॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

श्रीभास्कराचार्यकृत

गणिताध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर.

हा ग्रंथ

विनायक पांडुरंगशास्त्री खानापूरकर

यांनीं तयार करून

गोब्राह्मणप्रतिपालक श्रीमंत नारायणराव बाबासाहेब घोरपडे

इचलकरंजीकर जहागीरदार यांच्या पूर्ण मदतीनें

आर्यभूषण छापखान्यांत छापवून

प्रसिद्ध केला आहे.

[सर्व हक्क ग्रंथकर्त्यांनें राखून ठेविले आहेत.]

शके १८३४ सन १९१३.

Supplied By,
Bharatiya Pustaka Kendra
320, Shanwar Peth,
Poona 2 (India).

OPINIONS.

Poona, 23rd March 1900.

Mr. Vinayak Shastri Khanapurkar has, I am glad to find, completed his Marathi Translation of the four works of Bhaskaracharya and the Suryasiddhanta.

Slowly but steadily he has been working for the last nine years, and his perseverance has given us a complete translation in Marathi of the principal Sanskrit Astronomical works. But the value of Vinayak Shastri's works is further enhanced by the fact that he does not merely translate the original but explains the reasons or the theory of every rule and formulæ contained in the Sanskrit Books. He thus combines with his translations, the explanations which are usually given by teachers of Astronomy to their pupils and the nine Marathi Volumes written by him will enable any intelligent student to study for himself the subjects contained therein.

The work has been done under the private patronage of the Maharaja of Kolhapur, the chiefs of Aundh, Ichalkaranji, Bavda, Malkapur, and several other gentlemen in the Deccan, most of whom undertook to pay yearly contributions for the purpose. Mr. Vinayak Shastri was kind enough to show me the volumes of the translation as they were completed year after year and I have great pleasure in stating that the whole work has been carefully and intelligently done.

The last four volumes were examined by me this year, as the Shastri did not move out during the period on account of plague. These have been done as thoroughly as the previous ones and I don't feel the slightest hesitation in stating that the Shastri fully deserves the continuance of the support and patronage promised to him.

It is needless to say that the publication of these translations is highly desirable, and I trust the chiefs and gentlemen, who were kind enough to patronise the Shastri

hitherto, will enable him to print and publish these books in a short time. Mr. Vinayak Shastri has done his duty on his behalf, and I trust that steps will be taken to give the benefit of his labours to the public. It is an admitted fact that Sanskrit Astronomical works require to be revised in order to bring them up to date and the publication of Vinayak Shastri's translations will be the first and most important step in that direction.

(Sd.) Bal Gangadhar Tilak.

It is now nine years since Mr. Vinayak Shastri Khanapurkar began his series of Translations of Sanskrit Mathematical works into Marathi and it is a pleasure to find that he has given us nine volumes of the series corresponding to the nine years from 1892 to 1900. He has translated Bija (1892), Lilavati (1893), Goladhyaya Parts I, II, (1894, 1895), Ganitadhyaya Parts I, II, III (1896, 1897, 1898) and Surya Siddhanta Parts I, II (1899, 1900). The Shastri has studied Mathematics from English books and has, therefore, been well able to improve upon the original Sanskrit works in his translations of them by supplying a reason why-for various methods and formulæ given in Sanskrit. In some places he has inserted whole new chapters to make the treatises more useful as may be seen from the शेषप्रकरण in volume VII for the year 1898.

Owing to the plague Mr. Khanapurkar was unable to move about for the last three years but it is satisfactory to find that he has been carrying on his work with perseverance in spite of these difficulties and this year he has four volumes to present to his patrons each representing his work of a year. This shows that it is a labour of love with him. His is, no doubt, one of the very few instances of old Shastris working on the modern lines in the field of knowledge, and he thus richly deserves the liberal patronage he has been year to year receiving.

Poona,
29th March 1900. } (Sd.) V. B. Gokhale, M. A.

I saw Mr. Vinayak Shastri Khanapurkar's Marathi Translation of a part of Bhaskaracharya's Siddhant Shiromani,

He has already completed translation of three of the four parts of the work—*viz.* लीलावती, बीजगणित गोलाध्याय, first, second, and fourth parts of the original and commencing गणिताध्याय (third part in the original) last year, he has completed त्रिप्रश्न पर्वसंभव, and चन्द्रग्रहण chapters of it this year. I have had no time to go through the whole of his this year's work; but from what I have seen this year and for the last two years, I can say with confidence that the translation and the demonstration and the explanation (उपपत्ति) of the original is correct.

त्रिप्रश्नाधिकार is one of the most difficult chapters of the सिद्धांतशिरोमणि, and Mr. Vinayak Shastri's translation and explanation of it is creditable to him.

Vinayak Shastri's love for the work is genuine and praiseworthy; and the patronage given to him by some gentlemen in Poona and elsewhere is well deserved and may be usefully continued.

Poona Training College,
21st February 1897. (Sd.) Shankar B. Dixit.

Mr. Vinayak Shastri Khanapurkar has this year translated into Marathi the first part of the Ganitadhyaya, which is one of the most important chapters of the great Sanskrit Astronomical work, the Siddhant Shiromani of Bhaskaracharya. The translation is simple and clear and will be easily understood by those who have mastered the technical terms. The subject is necessarily mathematical throughout and the present volume contains the methods of constructing the native Almanac or *Panchang*; of finding the apparent and mean places of planets, and deducing their motions, &c. A student of native Astronomy will find the book of much help to him; and the labour spent by the Shastri deserves to be rewarded. The Shastri deserves the same patronage this year, when he prepared a similar book. Under such patronage, the Shastri will be able to give to the Public in a few years a complete translation of the whole of Siddhant Shiromani.

8-2-96. (Sd.) M. S. Gole,
Principal,
Fergusson College,
Poona.

प्रस्तावना.

गोब्राह्मणप्रतिपालक श्रीमंत कैलासवासी श्रीनिवासराव पंतप्रतिनिधीसाहेब संस्थान औंध यांनीं आश्रय देऊन मजकडून ज्योतिःशास्त्राचें अध्ययन करविलें. त्यामुळें आपल्या हातून कांहीं तरी देशसेवा घडावी, या उद्देशानें हें पुस्तक तयार केलें आहे.

श्रीमत् भास्कराचार्य हा एक मोठा नामांकित ज्योतिषी होऊन गेला. याची कीर्ति या देशांत व परदेशांत सुमारें ८०० वर्षे गाजत आहे. यानें सिद्धांत शिरोमणि नामक ग्रंथ शके १०७२ मध्यें रचिला, असें गोलाध्यायामध्यें "रसगुणपूर्णमहीसम १०३६ शकनृपसमयेऽभवन्ममोत्पत्तिः ॥ रसगुणवर्षेण मया सिद्धांतशिरोमणी रचितः" या पद्यामध्यें सांगितलें आहे. या सिद्धांतशिरोमणि नामक ग्रंथाचे चार भाग आहेत. यास अध्याय असेंही म्हणतात. लीलावती, बीजगणित, गणिताध्याय आणि गोलाध्याय अशीं त्यांचीं नांवें आहेत. त्यांपैकीं गणिताध्यायाचें हें भाषांतर आहे. या गणिताध्यायामध्यें कालमानें ब्रह्मदिनारंभापासून इष्टकाल, रविचंद्र इत्यादिकांचे भगण सांगून कल्पादि अहर्गणापासून सूर्यादि मध्यम ग्रह कसे करावेत यांच्या अनेक रीति दिल्या आहेत. ३४३८ त्रिज्या धरून पावणेचार पावणेचार अंशांच्या क्रमज्या व उत्क्रमज्या दिल्या आहेत. मध्यम ग्रहास स्पष्टत्व आणण्याकरितां मंदफलादि संस्कार करण्यास सांगितलें आहे. ग्रहांच्या स्पष्टगति कशा आणाव्या याविषयीं विचार केला आहे. मेषादि राशींचे लंकोदय सांगून त्यांवरून स्वदेशीय उदय कसे आणावेत हें सोपपत्तिक दाखविलें आहे. भुजांतर, उदयांतर आणि चर या तीन संस्कारांचें सोपपत्तिक विवेचन केलेलें आहे. स्पष्ट रवि चंद्रावरून पंचांग साधन केलें आहे. इष्टकालीं लग्न म्हणजे क्रांतिवृत्ताचा कोणता भाग पूर्व क्षितिजाशीं संलग्न झाला आहे, हें काढण्याची रीति दिली आहे. अक्षांश, रेखांश, लंबांश, अग्रा, क्रांति, नतांश, उन्नतांश, उन्मंडलशंकु, दिनार्धशंकु, इष्टदिक्छाया इत्यादि अनेक ग्रहवेध

साधनें सांगितलीं आहेत. आकाशामध्यें किंवा जलामध्यें ग्रहांचे नलिकावेध कसे करावेत यांविषयीं उत्तम विवेचन केलेलें आहे. चंद्रग्रहण व सूर्यग्रहण या विषयासंबंधानें पूर्ण विचार झाला आहे. सूर्याच्या छायेप्रमाणें चंद्रादिकांची व नक्षत्रांची छाया आणण्याविषयीं विचार वेधाकरितां केलेला आहे. ग्रहांचे नित्योदय व नित्यास्त केव्हां होतात व सूर्यसान्निध्यवशेंकरून ग्रहांचे पूर्वोदय व पश्चिमोदय किंवा पूर्वास्त व पश्चिमास्त केव्हां होतात याविषयीं सोपपत्तिक गणितप्रकार सांगितला आहे. चंद्र शृंगोन्नति व पात इत्यादि अनेक गोष्टींचा विचार या ग्रंथामध्यें भरपूर आहे. यामुळेंच हा ग्रंथ इतका उत्कृष्ट झाला आहे कीं, हा एकच वाचल्यानें भारतीय ज्योतिःशास्त्राचें सर्वस्व आपणास यथार्थ कळेल यांत बिलकुल शंका नाहीं. या ग्रंथांत पूर्वींच्या सिद्धांतग्रंथांपेक्षां विचारसाध्य अशा नवीन गोष्टी पुष्कळ आहेत. यामुळें याच ग्रंथाचें अध्ययन करण्याचा प्रचार हल्लीं सुरू आहे. परंतु आपल्या दुर्दैवामुळें हल्लीं हा ग्रंथ सोपपत्तिक रीतीनें शिकविणारा गुरु दुर्मिळ आहे. अशा स्वानुभवावरून प्रकृत भाषांतरामध्यें भगीरथ प्रयत्न करून स्वतंत्र रीतीनें उपपत्ति दिली आहे. हिचा उपयोग बुद्धिमान् अशा व्यासंग करणाऱ्या विद्यार्थ्यांस पुष्कळ होईल अशी आशा बाळगितों.

गणिताध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर करण्याच्या कामीं “ रंगनाथकृत मितभाषिणी ” “ नृसिंहदैवज्ञकृत वासनावार्तिक ” आणि “ मुनीश्वरकृत मरीचिटीका ” व “भास्कराचार्यकृत वासनाभाष्य ” या ग्रंथांचा मजला फार उपयोग झाला. यांतील पहिले तीन ग्रंथ कैलासवासी गणेश बळवंत जोशी, बी. ए. एल्. एल्. बी. वकील कोल्हापूर, यांचेपाशीं वाचण्यास मिळाले होते.

या ग्रंथामध्यें विद्वान् लोकांस जे दोष आढळतील ते मला कळविले असतां मजवर फार उपकार होतील. कारण मी त्यांचा योग्य विचार करून पुढील आवृत्तींत सुधारणा करीन.

या ग्रंथासंबंधानें विद्यार्थिमंडळास माझी अशी सूचना आहे कीं, प्रथमतः य ग्रंथांतील श्लोक व श्लोकार्थ यामध्यें चांगला व्यासंग करावा. अशी एक सबंद आवृत्ति झाल्यावर दिलेल्या

उपपत्तीमध्यें व्यासंग करावा, उपपत्तींपैकीं कांहीं गोष्टी न कळ-ल्यास त्या ठिकाणीं निळ्या पेन्सिलीनें खुणा करून ठेवाव्या.

याप्रमाणें दुसरी आवृत्ति झाल्यावर, मीं गोलाध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर तयार केलें आहे, त्यामध्यें पूर्ण व्यासंग करून गोल करतलामलकवत् झाल्यावर पुन: एकवार या ग्रंथाचें परिशीलन केलें असतां सर्व संशय दूर होऊन या ग्रंथाचें महत्व ध्यानांत येईल. व या ग्रंथाचें अध्ययन करणाऱ्या विद्यार्थ्यांस लीलावती, बीजगणित व रेखिक सिद्धांतचूडामणि यांतील विषय उत्तम अवगत असले पाहिजेत हें पक्कें लक्षांत ठेवावें

हा ग्रंथ बरींच वर्षें मराठींत छापण्यास तयार असून छापण्याचा खर्च करणारे कोणी न मिळाल्यामुळें तसाच राहिला होता व हें पुस्तक शास्त्रीय असल्यामुळें त्याचा खप अर्थातच कमी होणार, ह्यामुळें हें छापण्याचें मोठ्या खर्चाचें काम माझ्या-सारख्याच्यानें झालें नसतें हें उघड आहे. परंतु माझ्या व वाचकांच्या सुदैवयोगानें हें पुस्तक छापण्याचे कामीं सप्रेमास्मदीय-प्रतिवार्षिकआश्रयदाते गोब्राह्मणप्रतिपालक श्रीमंत नारायणराव बाबासाहेब घोरपडे इचलकरंजीकर जहागिरदार यांनीं पूर्ण मदत केल्यामुळें मी श्रीमंतांचा फार फार आभारी आहें. व श्रीमंतांच्या औदार्याविषयीं जितकें वर्णन करावें तितकें थोडेंच होणार आहे, यांत बिलकुल शंका नाहीं.

हें पुस्तक छत्रेफंड कमिटीचे सेक्रेटरी रा. सा. गोविंदरावजी केळकर, बी. ए. एल्. एल्. बी. यांस दाखविलें होतें. त्यांनीं कमिटीस विचारून २०० रुपये बक्षीस देऊं, असें अभिवचन दिलेलें आहे व ही गोष्ट वर्तमानपत्रांतूनही प्रसिद्ध झाली आहे. यास बराच काळ गेला तथापि ते आपलें वचन शेवटास नेतील अशी आशा आहे.

या ग्रंथाच्या अखेरीस " वेधप्रकरण " जोडलें आहे. याचा विद्यार्थिजनास फार उपयोग होईल. कारण यामध्यें नूतन पद्धतीनें वेध कसे करावेत, हें दाखविलें आहे.

आतां ज्याच्या अनुग्रहानें हें काम शेवटास गेलें त्याचे अत्यंत आभार मानून हा प्रस्तावना—लेख संपवितों

विनायकशास्त्री खानापूरकर.

अनुक्रमणिका.

विषय.	पृष्ठ.
१ कालमान	१
२ ग्रहभगणमान	१३
३ ग्रहानयनाध्याय	२१
४ कक्षाग्रहानयन	३४
५ प्रत्यब्दशुद्धिप्रकरण	३९
६ अधिकमासादि निर्णय	६२
७ मध्यमाधिकार	६९
८ स्पष्टाधिकार वासना	७७
९ त्रिप्रश्नाधिकार	१३१
१० पर्वसंभवाधिकार	२३७
११ चंद्रग्रहणाधिकार	२४७
१२ सूर्यग्रहणाधिकार	२७७
१३ ग्रहच्छायाधिकार	२९२
१४ उदयास्ताधिकार	३०४
१५ शृंगोन्नत्यधिकार	३११
१६ ग्रहयुत्यधिकार	३२१
१७ नक्षत्रग्रहयुत्यधिकार	३२६
१८ पाताधिकार	३३४
१९ भुजज्याकोष्टक	३४९
२० वेधप्रकरण	३५७

विनायकशास्त्री खानापूरकर यांनीं तयार केलेलीं पुस्तकें.

१ भास्कराचार्यकृत लीलावतीचें सोपपत्तिक भाषांतर किं. २ रु.
२ भास्कराचार्यकृत बीजगणिताचें सोपपत्तिक भाषांतर किं. २ रु.
३ भास्कराचार्यकृत गोलाध्याय पूर्वार्धाचें ,, ,, किं. १ रु.
४ भास्कराचार्यकृत गणिताध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर किं. ३ रु.
५ रैखिक सिद्धांत चूडामणि (संस्कृत श्लोकबद्ध) किं. ८ आणे.
६ वधूवरपत्रिकासंमेलन ... ... किं. ८ आणे.
७ भास्कराचार्यकृत गोलाध्याय उत्तरार्धाचें सोपपत्तिक भाषांतर.
८ सूर्यसिद्धांताचें सोपपत्तिक भाषांतर.
९ भुजज्यादि षट्कोत्पत्ति (त्रिकोणमिति पूर्वार्ध).
१० भुजज्यादि षट्कोत्पत्तीचा उपयोग (त्रिकोणमिति उत्तरार्ध).
११ भौमविवेक.
१२ ग्रहवेध.
१३ सिद्धांतसार (संस्कृत).
१४ अर्धकांड (संस्कृत).
१५ वैनायकीय द्वादशाध्यायी (संस्कृत).
१६ तिथि चिंतामणीचें सोपपत्तिक भाषांतर (पूर्वार्ध).

यांपैकीं नंबर ७ पासूनचीं पुस्तकें छापावयाचीं आहेत. कोणी छापावयास तयार आहे काय ?

॥ श्रीगणेशायनमः ॥

गणिताध्याय.

कालमान.

जयति जगति गूढानंधकारे पदार्थान्
जनघनघृणयार्थं व्यंजयन्नात्मभाभिः ।
विमलितमनसां सद्वासनाभ्यासयोगै-
रपि च परमतत्वं योगिनां भानुरेकः ॥ १ ॥

जगामध्यें अंधकार झाला असतां, लोकांवर कृपा करण्याच्या उद्देशानें, न दिसणारे पदार्थांस आपले किरणांनीं प्रकाशित करणारा आणि ब्रह्मवासनेच्या अभ्यासयोगानें निर्मल झालेलीं आहेत अंतःकरणें ज्यांचीं अशा योगी पुरुषांना परब्रह्म दाखविणारा असा सूर्य सर्वोत्कर्षें करून राहतो.

अथ निजकृतशास्त्रे तत्प्रसादात्पदार्थान्
शिशुजनघृणयाहं व्यंजयाम्यत्र गूढान् ।
विमलितमनसां सद्वासनाभ्यासयोगै-
र्हृदि भवति यथैषां तत्वभूतार्थबोधः ॥ २ ॥

आतां त्या सूर्याच्या प्रसादानें अज्ञान लोकांवर ज्ञानसंबंधीं उपकार करावा, या हेतूनें व गणितशास्त्रीय उपपत्त्यांच्या व्यासंगांनीं ज्यांचीं निर्मल अंतःकरणें झालीं आहेत. अशा लोकांनाही सारभूत अर्थाचा बोध होईल अशा पद्धतीनें या सिद्धांतशिरोमणीमध्यें ज्योतिःशास्त्रीय अतिगहन विषय प्रकाशित करितों.

वासनावगतिर्गोलानभिज्ञस्य न जायते ।
व्याख्याताः प्रथमं तेन गोले या विषमोक्तयः ॥ ३ ॥

गोल न समजणाऱ्या मनुष्यास गणितशास्त्राच्या उपपत्तीचें

ज्ञान व्हावयाचें नाहीं, याकरितां अगोदर गोलसंबंधीं जे कठिण विषय ते सांगितले आहेत.

यत्र त्रातुमिदं जगज्जलजिनीबंधौ समभ्युद्गते
ध्वांतध्वंसविधौ विधूतविनमन्निःशेषदोषोच्चये ।
वर्तन्ते क्रतवः शतक्रतुमुखा दीव्यन्ति देवा दिवि
द्राङ्नः सूक्तिमुचं व्यनक्तु सगिरं गीर्वाणवंद्यो रविः॥४॥

कमलिनींचा बंधु, अंधकाराचा नाश करणारा आणि नम्र असणाऱ्या लोकांच्या अखिल दोषांचा समूह नाहींसा करणारा असा सूर्य जगाचें संरक्षण करण्याकरितां जेव्हां क्षितिजावर येतो तेव्हां यज्ञांची प्रवृत्ति होते, व ती प्रवृत्ति झाल्यामुळें आपल्यास आज्यादि हविर्भाग मिळेल या उद्देशानें स्वर्गामध्यें इंद्रादिक संपूर्ण देव मोठ्या आनंदानें क्रीडा करितात. तो अखिल देवांनीं वंद्य असा सूर्य उत्तम तऱ्हेचीं भाषणें निघणाऱ्या आमच्या वाणीला शीघ्र विकसित करो.

कृती जयति जिष्णुजो गणकचक्रचूडामणि-
र्जयन्ति ललितोक्तयः प्रथिततंत्रसद्युक्तयः ।
वराहमिहिरादयः समवलोक्य येषां कृतीः
कृती भवति मादृशोऽप्यतनुतंत्रबंधेऽल्पधीः ॥ ५ ॥

सुंदर वाक्यरचना करणारे, आणि ज्यांचे तंत्रग्रंथ प्रसिद्ध आहेत असे वराहमिहिरादिक आचार्य व दैवज्ञमंडलामध्यें मुख्य असा अति चतुर जिष्णुज आचार्य हे सर्व जगामध्यें प्रसिद्ध आहेतच. त्यांचें चातुर्य इतकें आहे कीं, मोठमोठे महत्वाचे ग्रंथ तयार करण्याविषयीं अल्पबुद्धिक अशा आमच्यासारख्या लोकांनींही त्या पूर्वाचार्यांचे ग्रंथ वाचिले असता ग्रंथ करण्याचें सामर्थ्य येतें.

कृत्वा चेतसि भक्तितो निजगुरोः पादारविंदं ततो
लब्ध्वा बोधलवं करोति सुमतिप्रज्ञासमुल्लासकम् ।

सद्वृत्तं ललितोक्तियुक्तममलं लीलावबोधं स्फुटं
सत्सिद्धांतशिरोमणिं सुगणकप्रीत्यै कृती भास्करः ६

पंडित भास्कराचार्य प्रथमतः मोठ्या भक्तीनें आपल्या गुरूच्या चरणकमलाचें ध्यान करून त्यापासून कांहीं ज्ञान संपादन करून घेऊन बुद्धिवान् लोकांना विशेष प्रज्ञा देणारा, उत्तम वृत्तें व वाक्यरचना यांनीं युक्त, निर्दोष, सहज समजणारा, अति स्पष्ट असा सिद्धांतशिरोमणि नामक ग्रंथ उत्तम गणकांना आनंद देण्याकरितां करितो.

कृता यद्यप्याद्यैश्चतुरवचना ग्रंथरचना
तथाप्यारब्धेयं तदुदितविशेषान्निगदितुम् ।
मया मध्ये मध्ये त इह हि यथा स्थाननिहिता
विलोक्यातः कृत्स्ना सुजनगणकैर्मत्कृतिरपि ॥ ७ ॥

जरी पूर्वाचार्यांनीं ज्योतिःशास्त्रसंबंधानें उत्तम तऱ्हेचे ग्रंथ करून ठेविले आहेत, तथापि त्यांनीं जे विषय सांगितलेले नाहींत ते विशेष विषय सांगण्याकरितां हा ग्रंथ तयार करीत आहें. यामध्यें ते विशेष विषय यथायोग्य स्थलीं मध्यें मध्यें सांगितलेले आहेत, याकरितां हा माझा ग्रंथ उत्तम गणक लोकांनीं संपूर्ण अवलोकन करावा.

तुष्यन्तु सुजना बुध्वा विशेषान्मदुदीरितान् ।
अबोधेन हसंतो मां स्वतस्तुष्यन्ति दुर्जनाः ॥ ८ ॥

या ग्रंथामध्यें मीं सांगितलेले विशेष विषय सुजनांस समजून त्यांना संतोष होवो आणि दुर्जन लोक ते विषय न समजल्यामुळें मला हंसून संतोष पावताल.

त्रुट्यादिप्रलयांतकालकलनामानप्रभेदः क्रमा-
च्चारश्च द्युसदां द्विधा च गणितं प्रश्नास्तथा सोत्तराः ।
भूधिष्ण्यग्रहसंस्थितेश्च कथनं यंत्रादि यत्रोच्यते
सिद्धांतः स उदाहृतोऽत्र गणितस्कंधप्रबंधे बुधैः ९

ज्या ग्रंथामध्यें त्रुटीपासून प्रलयापर्यंत कालगणनेच्या मानांचे भेद, ग्रहसंचाराचा विचार, दोन प्रकारचीं गणितें ह्मणजे

अंकगणित व बीजगणित, उत्तरांसहवर्तमान प्रश्न, पृथ्वी, नक्षत्रें व ग्रह यांच्या स्थितींचा विचार, आणि ज्योतिःशास्त्रीय यंत्रें इत्यादिकांची माहिती सांगितलेली असते त्या ग्रंथास या गणितस्कंधाच्या प्रबंधामध्यें पंडित लोक सिद्धांत असें ह्मणतात.

जानन् जातकसंहिताः सगणितस्कंधैकदेशा अपि
ज्योतिःशास्त्रविचारसारचतुरप्रश्नेष्वकिंचित्करः।
यः सिद्धांतमनंतयुक्तिविततं नो वेत्ति भित्तौ यथा
राजा चित्रमयोऽथवा सुघटितः काष्ठस्य कंठीरवः १०
गर्जत्कुंजरवर्जिता नृपचमूरप्यूर्जिताश्वादिकै-
रुद्यानं च्युतचूतवृक्षमथवा पाथोविहीनं सरः।
योषित्प्रोषितनूतनप्रियतमा यद्वन्नभात्युच्चकै-
र्ज्योतिःशास्त्रमिदं तथैव विबुधाः सिद्धांतहीनं जगुः ११

जातकस्कंध, संहितास्कंध व गणितस्कंधाचा कांहीं भाग इतके विषय जाणणारा दैवज्ञ असूनही त्यानें अनेक युक्तींनीं भरलेल्या सिद्धांत ग्रंथांचें अध्ययन केलें नाहीं तर तो ज्योतिःशास्त्रसंबंधीं विद्वान् लोकांचे कठिण प्रश्न सोडविण्याविषयीं समर्थ होत नाहीं. ज्याप्रमाणें भिंतीवर चित्रांत काढलेला राजा, उत्तम केलेला लांकडाचा सिंह, गर्जना करणाऱ्या हत्तींनीं विरहित अशी अश्वादिकांनीं भरलेली राजसेना, आंब्याचे वृक्ष ज्यांत नाहींत अशी बाग, ज्यांत पाणी नाहीं असें सरोवर, त्याचप्रमाणें जिचा तरुण नवरा दूरदेशीं गेला आहे अशी स्त्री इत्यादि पदार्थ जसे कार्य करण्याविषयीं समर्थ नसतात व चांगली शोभाही देत नाहींत, त्याप्रमाणेंच ज्यानें सिद्धांतांवांचून ज्योतिःशास्त्राचें अध्ययन केलें आहे, त्याचा कांहीं उपयोग होत नाहीं व तें त्यास भूषणास्पदही नाहीं असें पंडित लोक म्हणतात.

वेदास्तावद्यज्ञकर्मप्रवृत्ता
यज्ञाः प्रोक्तास्ते तु कालाश्रयेण।

शास्त्रादस्मात्कालबोधो यतः स्या-
द्वेदांगत्वं ज्योतिषस्योक्तमस्मात् ॥ १२ ॥

यज्ञकर्मांकरितां वेदांची प्रवृत्ति आहे व यज्ञ हे कालावर अवलंबून सांगितलेले आहेत आणि कालज्ञान ज्योतिः शास्त्रावरून होतें म्हणून ज्योतिःशास्त्र हें वेदाचें अंग आहे असें सांगितलेलें आहे.

शब्दशास्त्रं मुखं ज्योतिषं चक्षुषी
श्रोत्रमुक्तं निरुक्तं च कल्पः करौ ।
या तु शिक्षास्य वेदस्य सा नासिका
पादपद्मद्वयं छंद आद्यैर्बुधैः ॥ १३ ॥

वेदाचें मुख व्याकरणशास्त्र, नेत्र ज्योतिषशास्त्र, कण निरुक्त, हस्त कल्प, नासिका शिक्षा आणि चरण छंदः-शास्त्र आहे असें विद्वान् लोकांनीं सांगितलेलें आहे.

वेदचक्षुः किलेदं स्मृतं ज्योतिषं
मुख्यता चांगमध्येऽस्य तेनोच्यते ।
संयुतोऽपीतरैः कर्णनासादि-
भिश्चक्षुषांगेन हीनो न किंचित्करः ॥ १४ ॥

ज्योतिःशास्त्र हें वेदाचे नेत्र असल्यामुळें या ज्योतिःशास्त्राला सर्व वेदांगामध्यें मुख्यता देतात. कारण मनुष्यास कान, नाक इत्यादि सर्व अवयव असून फक्त एक नेत्र नसतील तर तो मनुष्य अगदीं निरुपयोगी होतो म्हणून सर्व अवयवांमध्यें नेत्रावयव मुख्य आहे.

तस्माद्द्विजैरध्ययनीयमेतत् पुण्यं रहस्यं परमं च तत्वम् ।
यो ज्योतिषं वेत्ति नरः स सम्यक् धर्मार्थकामान् लभते यशश्च॥

ज्या मनुष्यास पुण्यकारक, गुह्य आणि परमतत्व, असें ज्योतिःशास्त्र समजतें त्याला धर्म, अर्थ, काम आणि यश यांची प्राप्ति होते. म्हणून ब्राह्मणांनीं या ज्योतिःशास्त्राचें अध्ययन अवश्य करावें.

सृष्ट्वा भचक्रं कमलोद्भवेन ग्रहैः सहैतद्भगणादिसंस्थैः ।
शश्वद्भ्रमे विश्वसृजा नियुक्तं तदंततारे च तथा ध्रुवत्वे ॥ १६ ॥
ततो पराशाभिमुखं भपंजरे सखेचरे शीघ्रतरे भ्रमत्यपि ।
तदल्पगत्यैंद्रदिशं नभश्चराश्चरन्ति नीचोच्चतरात्मवर्त्मसु ॥ १७ ॥

ब्रह्मदेवानें अश्विन्यादिक नक्षत्रें व सूर्यादि ग्रह बरोबर उत्पन्न करून भगोलावर अश्विनी, भरणी इत्यादि नक्षत्रें क्रमानें पूर्वसंस्थ स्थापिलीं आणि अश्विनी नक्षत्राच्या आरंभस्थानावर संपूर्ण ग्रहांची स्थापना केली म्हणजे पृथ्वीचा मध्य आणि अश्विनी नक्षत्राचें आरंभस्थल या दोन बिंदूतून जाणाऱ्या सरळ रेषेमध्यें पृथ्वीच्यावर चंद्र, बुध, शुक्र, रवि, मंगळ, गुरु आणि शनि या क्रमानें त्या त्या ग्रहांची अंतराच्या जागीं स्थापना केली आणि त्यांना सतत पूर्वेकडे गति देऊन फिरावयास लाविलें. नंतर पश्चिमगतिमान् अशा प्रवह वायूच्यायोगानें नक्षत्रें व ग्रह यांना एका दिवसांमध्यें एक फेरा होईल अशी पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाण्याची दैनंदिनगति उत्पन्न केली, तेव्हां ग्रह दैनंदिन गतीनें पश्चिमेकडे जात असतांही स्वतःच्या अल्पगतीनें आपापल्या नीचोच्च मार्गांमध्यें पूर्व दिशेलाही ते संचार करितात; परंतु दैनंदिन गति बहुत असल्यामुळें त्यांची स्वतःची अल्प पूर्वगति थोड्या काळांत ध्यानांत येत नाहीं, तथापि बहु काळानें ती ध्यानांत येण्यासारखी आहे. आणि नक्षत्रें व ग्रह ज्या गोलाच्या आंसाभोंवतीं फिरतात, त्या आंसाच्या दोन्ही टोंकांस जीं दोन नक्षत्रें आहेत, त्यांपैकीं उत्तरेकडील उत्तर ध्रुव व दक्षिणेकडील दक्षिण ध्रुव असें ह्मणतात. ध्रुव शब्दाचा अर्थ अचल असा आहे.

लंकानगर्य्यामुदयाच्च भानोस्तस्यैव वारे प्रथमं बभूव ।
मधोः सितादेर्दिनमासवर्षयुगादिकानां युगपत् प्रवृत्तिः ॥ १८ ॥

लंका नगरीमध्यें सूर्याच्या उदयापासून म्हणजे सृष्टयारंभकालापासून रविवारादि वार, शुक्लादि पक्ष, चैत्रादि मास, प्रतिपदादि तिथि, सौर दिवस, सौर मास, वर्ष, युग, मन्वंतर आणि कल्प ह्यांची एककालीं प्रवृत्ति झाली.

योऽक्ष्णोर्निमेषस्य खरामभागः सतत्परस्तच्छतभाग उक्ता ।
त्रुटिर्निमेषैर्धृतिभिश्च काष्ठा तत्त्रिंशता सद्गणकैः कलोक्ता १९.
त्रिंशत्कलाक्षी घटिकाक्षणः स्यान्नाडीद्वयं तैः खगुणैर्दिनं च ।
गुर्वक्षरैः खेंदुमितैरसुस्तैः षड्भिः पलं तैर्घटिका खषड्भिः ॥ २० ॥
स्याद्वा घटी षष्टिरहःखरामैर्मासो दिनैस्तैर्द्विकुभिश्च वर्षम् ।
क्षेत्रे समाद्येन समा विभागाः स्युश्चकराश्यंशकलाविलिप्ताः ॥

नेत्राच्या पापण्या हालावयास जो काल लागतो त्यास निमेष असें ह्मणतात. निमेषाच्या तिसाव्या हिश्शास तत्पर आणि तत्परा-च्या शंभराव्या हिश्शास त्रुटि ह्मणतात. अठरा निमेष झाले ह्मणजे एक काष्ठा होते, ३० काष्ठांची एक कला, ३० कलांची एक नाक्षत्रघटिका, दोन नाक्षत्रघटिका झाल्या ह्मणजे एक क्षण अथवा मुहूर्त होतो, आणि ३० मुहूर्तांचा एक दिवस होतो.

दहा गुरु अक्षरें उच्चारण्यास जो काल लागतो त्यास असु किंवा प्राण ह्मणतात, सहा असूंचें एक पल, ६० पलांची एक घटिका, ६० घटिकांचा एक दिवस, ३० दिवसांचा एक महिना, १२ महिन्यांचें एक वर्ष होतें.

ग्रह ज्या क्षेत्रामध्यें फिरतो त्यास चक्र किंवा भगण असें ह्मणतात. चक्राचे बारा विभाग केले असतां त्या प्रत्येकास राशि, राशीचे ३० विभाग केले असतां त्या प्रत्येक विभागास अंश, अंशाचे ६० विभाग केले असतां त्या प्रत्येकास कला आणि कलेचे ६० विभाग केले असतां त्या प्रत्येक विभागास विकला असें म्हणतात.

कालमापन कोष्टक १ लें.

१०० त्रुटि	=	१ तत्पर.
३० तत्पर	=	१ निमेष.
१८ निमेष	=	१ काष्ठा.
३० काष्ठा	=	१ कला.
३० कला	=	१ नाक्षत्रघटिका
२ नाक्षत्र घटिका	=	१ क्षण किंवा मुहूर्त.
३० क्षण किंवा मुहूर्त	=	१ दिवस.

कालमापन कोष्टक २ रें.

१० गुरू अक्षरें उच्चारण्यास लागणारा काळ	=	१ असु किंवा प्राण.
६ असु किंवा प्राण	=	१ पल.
६० पलें	=	१ घटिका.
६० घटिका	=	१ दिवस.
३० दिवस	=	१ महिना.
१२ महिने	=	१ वर्ष.

क्षेत्रमापन कोष्टक.	
६० विकला = १ कला.	३० अंश = १ राशि.
६० कला = १ अंश	१२ राशि = १ चक्र किंवा भगण.

रवेश्चक्रभोगोऽर्कवर्षं प्रदिष्टं
द्युरात्रं च देवासुराणां तदेव ।
रवींद्वोर्युतेः संयुतिर्यावदन्या
विधोर्मास एतच्च पित्र्यं द्युरात्रम् ॥ २२ ॥

सूर्य अश्विनी नक्षत्राच्या आरंभापासून निघून पूर्वगतीनें जात असतां पुनः अश्विनी नक्षत्राच्या आरंभीं येण्यास जो काळ लागतो, त्यास सौरवर्ष असें ह्मणतात. या सौरवर्षाच्या कालामध्यें देव व राक्षस यांचें एक अहोरात्र होतें. आणि रवि व चंद्र यांची युति झाल्यापासून पुनः त्यांचीच दुसरी युति होईपर्यंत जो काळ जातो त्यांस चांद्रमास असें ह्मणतात. ह्या चांद्रमासाच्या कालाएवढें पितरांचें एक अहोरात्र असतें.

इनोदयद्वयांतरं तदर्कसावनं दिनं ।
तदेव मेदिनीदिनं भवासरस्तु भभ्रमः ॥२३॥

सूर्य पूर्वक्षितिजावर आल्यापासून तो दैनंदिनगतीनें पश्चिमेकडे जाऊन पुनः पूर्व क्षितिजावर येईपर्यंत जो काळ जातो त्यास सूर्यसावन दिवस अथवा कुदिन असें म्हणतात. आणि नक्षत्राच्या एका फेऱ्यास नाक्षत्र दिवस असें म्हणतात.

खखाभ्रदंतसागरैर्युगाग्नियुग्मभूगुणैः ।
क्रमेण सूर्यवत्सरैः कृतादयो युगांघ्रयः ॥ २४ ॥
स्वसंध्यकातदंशकैर्निजार्कभागसंमितैः ।
युताश्च तद्युतौ युगं रदाब्धयो युताहताः ॥ २५ ॥

४३२००० या संख्येस ४,३, २ व १ या संख्यांनीं पृथक् पृथक् गुणिलें असतां क्रमानें कृत, त्रेत, द्वापार आणि कलि ह्या युगचरणांचीं सौरवर्षात्मक मानें येतात म्हणून

४३२०००×४=१७२८००० हें कृतचरणमान.
४३२०००×३=१२९६००० हें त्रेतचरणमान.

४३२०००×२=८६४००० हें द्वापारचरणमान.

४३२०००×१=४३२००० हें कलिचरणमान.

हीं जीं कृतादिकांचीं मानें सांगितलीं आहेत तीं आपापल्या द्वादशांशतुल्य संधि व तितकेंच संध्यांशक यांनीं मिश्रित आहेत, असें समजावें. ह्मणजे कृताच्या आरंभीं संध्यावर्षें १७२८०००÷१२=१४४००० इतकीं व कृतांतीं संध्यांशतुल्य १४४००० वर्षें; त्रेताच्या आरंभीं संध्यावर्षें १०८०००; त्रेताच्या अंतीं संध्यांशतुल्य वर्षें १०८०००; द्वापाराच्या आरंभीं संध्यावर्षें ७२०००; द्वापाराच्या अंतीं संध्यांशवर्षें ७२०००; कलीच्या आरंभीं संध्यावर्षें ३६०००; कलीच्या अंतीं संध्यांशवर्षें ३६०००;

याप्रमाणें संध्या आणि संध्यांश यांनीं युक्त करूनच कृतादिचरणांचीं मानें सांगितलीं आहेत. या चारी कृतादिचरणांच्या मानांची बेरीज ४३२०००० इतकी होते. इतक्या वर्षांस युग असें ह्मणतात.

मनुः क्षमानगैर्युगैर्युगेंद्रभिश्च तैर्भवेत् ।
दिनं सरोजजन्मनो निशा च तत्प्रमाणिका ॥ २६ ॥

७१ युगें गेलीं ह्मणजे एक मनु होतो, आणि १४ मनु गेले ह्मणजे ब्रह्मदेवाचें एक दिन होतें व तितकीच रात्र असते.

संधयः स्युर्मनूनां कृताब्दैः समा
आदिमध्यावसानेषु तैर्मिश्रितैः ।
स्याद्युगानां सहस्रं दिनं वेधसः
सोऽपि कल्पो द्युरात्र तु कल्पद्वयं ॥ २७ ॥

१४ मनूंमध्यें आरंभीं, मध्यें व अंतीं असे कृतवर्षतुल्यसंधि आहेत. ह्मणजे पहिल्या मनूच्या आरंभीं कृतवर्षतुल्यसंधि, पहिल्या मनूचा अंत आणि दुसऱ्या मनूचा आरंभ यांच्या मध्यवर्ती कृतवर्षतुल्य दुसरा संधि; या पद्धतीनें दोन दोन मनूंच्या मध्यवर्ती एकेक संधि समजून १४ व्या मनूच्या अंतीं एक संधि समजावा.

यापमाणें १४ मनूंमध्यें कृतवर्षतुल्य १५ संधि होतात. हे संधि मिळविले असतां ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें १००० युगें होतात. या ब्रह्मदेवाच्या दिवसास कल्प असें ह्मणतात. ह्मणून ब्रह्मदेवाच्या एका अहोरात्रामध्यें दोन कल्पें होतात.

शतायुः शतानंद एवं प्रदिष्ट-
स्तदायुर्महाकल्प इत्युक्तमाद्यैः ।
यतोऽनादिमानेष कालस्ततोऽहं
न वेद्मयत्र पद्मोद्भवा ये गतास्तान् ॥ २८ ॥

मागील श्लोकांमध्यें २००० युगें गेलीं ह्मणजे ब्रह्मदेवाचें एक अहोरात्र होतें असें सांगितलें आहे; तेव्हां ब्रह्मदेवाचें एक वर्ष होण्यास ७२०००० इतकीं युगें पाहिजेत, ह्मणून ब्रह्मदेवाच्या १०० वर्षांच्या आयुर्दायांत ७२००००० इतकीं युगें होतील. या कालास महाकल्प असें पूर्वाचार्यांनीं नांव दिलें आहे. हा काल अनादि असल्यामुळें आजपर्यंत ब्रह्मदेव किती होऊन गेले हें सांगतां येत नाहीं.

तथा वर्तमानस्य कस्यायुषोऽर्द्धं
गतं सार्धवर्षाष्टकं केचिदूचुः ।
भवत्वागमः कोऽपि नास्योपयोगो
ग्रहा वर्तमानद्युयातात्प्रसाध्याः ॥ २९ ॥

मागें सांगितलेल्या मानाप्रमाणें हल्लीं असलेल्या ब्रह्मदेवाचें आयुष्य ५० वर्षें गेलें व कित्येक आचार्य ८॥ वर्षें गेलीं असें म्हणतात. हल्लीं असलेल्या ब्रह्मदेवास कितीही वर्षें असोत, तत्संबंधीं विचाराचा उपयोग आह्मांस नाहीं. कारण ब्रह्मदेवाच्या चालू असलेल्या एका दिवसांतील आजपर्यंत गेलेल्या कालापासून आम्हांस ग्रह साधावयाचे आहेत.

यतः सृष्टिरेषां दिनादौ दिनांते
लयस्तेषु सत्स्वेव तच्चारचिंता ।
अतो युज्यते कुर्वते तां पुनर्ये-
प्यसत्स्वेषु तेभ्यो महद्भ्यो नमोऽस्तु ॥ ३० ॥

ज्या अर्थी ब्रह्मदिनारंभीं ग्रहांची उत्पत्ति होते, आणि ब्रह्म-

देवाचा दिवस संपला म्हणजे ग्रहांचा लय होतो, म्हणून ग्रहस्थितीचा विचार ग्रहविद्यमान असतांनाच करणें योग्य आहे. त्यांचा लय असतांना त्यांच्या स्थितीचा विचार करणें योग्य नाहीं असें असून त्यांच्या लयकालींही जे त्यांच्या स्थितीचा विचार करितात त्या महापुरुषांना नमस्कार असो.

यातः षण्मनवो युगानि भमितान्यन्यद्युगांघ्रित्रयं
नंदाद्रींदुगुणास्तथा नृपशकस्यांते कलेर्वत्सराः ।
गोद्रींद्रद्रिकृतांकदस्रनगगोचंद्राः शकाद्वान्विताः
सर्वे संकलिताः पितामहदिने स्युर्वर्तमाने गताः ॥३१॥

ब्रह्मदिनाच्या आरंभापासून शालिवाहन शकाच्या आरंभापर्यंत ६ मनु, कृताद्बतुल्य ७ संधि, २७ युगें, कृत, त्रेत, द्वापार हीं युगचरणें आणि कलीच्या आरंभापासून ३१७९ वर्षें इतका काल ह्मणजे १९७२९४७१७९ इतकीं वर्षें चालू ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसापैकीं होऊन गेलीं. यांमध्यें शालिवाहन शकाचीं गतवर्षें मिळविलीं असतां चालू शकापर्यंत ब्रह्मदिनांतील गतवर्षें येतात.

स्पष्टीकरण.

६ मनु	=	१८४०३२००००
७ मनुसंधि	=	१२०९६०००
२७ युगें	=	११६६४००००
३ युगचरणें	=	३८८८०००
कलीपासून वर्षें		३१७९
योग	=	१९७२९४७१७९

स्वायंभुवो मनुरभूत्प्रथमस्ततोऽमी
स्वारोचिषोत्तमजतामसरैवताख्याः ।
षष्ठस्तु चाक्षुष इति प्रथितः पृथिव्यां
वैवस्वतस्तदनु संप्रति सप्तमोऽयं ॥ ३२ ॥

पहिला मनु स्वायंभुव या नांवाचा होऊन गेला. पुढें दुसरा स्वारोचिष, तिसरा उत्तमज, चौथा तामस, पांचवा रैवत आणि

सहावा चाक्षुष याप्रमाणें सहा मनु होऊन गेले. हल्लीं सातवा मनु वैवस्वत या नांवाचा सुरू आहे.

बृहस्पतेर्मध्यमराशिभोगं संवत्सरं सांहितिका वदन्ति ।
ज्ञेयं विमिश्रं तु मनुष्यमानं मानैश्चतुर्भिर्व्यवहारसिद्धेः ॥ ३४ ॥

वर्षायनर्तुयुगपूर्वकमत्र सौरा-
न्मासास्तथा च तिथयस्तु हिमांशुमानात् ।
यत्कृच्छ्रसूतकचिकित्सितवासराद्यं
तत्सावनाच्च घटिकादिकमार्क्षमानात् ॥ ३४ ॥

गुरूला एक राशि संचार करण्यास जो काळ लागतो त्यास सांहितिक लोक संवत्सर असें ह्मणतात. हें बार्हस्पत्यमान होय; आणि मनुष्यमानामिश्रित आहे असें समजावें; कारण चार मानांनीं मनुष्यांचा व्यवहार होत असतो. तो असाः वर्ष, अयन, ऋतु, युग इत्यादिकांची गणना सौर मानावरून होते. चैत्रादि मास व प्रतिपदादि तिथि यांची गणना चांद्रमानावरून करितात.

सांतपनादि कृच्छ्रें, सूतक, वैद्यचिकित्सित आणि वार इत्यादिकांची गणना सावनमानावरून होते, आणि घटिकादिकांची गणना नाक्षत्रमानावरून करितात, याप्रमाणें सौर, चांद्र, सावन आणि नाक्षत्र या चार मानांनीं मनुष्यांचा व्यवहार होत असतो.

एवं पृथक् मानवदैवजैवपैत्र्यार्क्षसौरेंदवसावनानि ।
ब्राह्मं च काले नवमं प्रमाणं ग्रहास्तु साध्या मनुजैः स्वमानात्

मनुष्यमान, देवमान, बार्हस्पत्य, पैत्र्य, नाक्षत्र, सौर, चांद्र, सावन आणि ब्राह्म अशीं पृथक् पृथक् ९ मानें आहेत. त्यांपैकीं मनुष्यमानावरून विद्वान् लोकांनीं ग्रहांचें साधन करावें.

याप्रमाणें कालमानसंज्ञक अध्यायाचें भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

ग्रहभगणमान.

अर्कशुक्रबुधपर्ययाविधेरह्निकोटिगुणितारदाब्धयः ।
एत एव शनिजीवभूभुवां कीर्तिताः सुगणकैश्चलोच्चजाः ॥ १ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें रवि, शुक्र आणि बुध यांचे ४३२०००००० इतके भगण होतात. व शनि, गुरु आणि मंगळ यांच्या शीघ्रोच्चाचे भगणही इतकेच होतात,असें पूर्वाचार्यांनीं सांगितलें आहे.

खाभ्रखाभ्रगगनाभ्ररंध्रियक्ष्माधराद्रिविषयाहिमद्युतेः ।
युग्मयुग्मशरनागलोचनव्यालषण्णवयमाश्विनोऽसृजः ॥ २ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें चंद्राचे भगण५७७५३३००००० इतके होतात; व मंगळाचे २२९६८२८५२२ इतके होतात.

सिंधुसिंधुरनगाऽष्टगोंकषट्त्र्यंकसप्तशशिनो ज्ञशीघ्रजाः ।
पंचपंचयुगषट्कलोचनद्व्यब्धिषड्गुणमिता गुरोर्मताः ॥ ३ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें बुधशीघ्रोच्चाचे१७९३६९९८९८४ इतके भगण होतात व गुरूचे ३६४२२६४५५ इतके भगण होतात.

द्विनंदवेदांकगजाग्निलोचनाद्रिशून्यशैलाः सितशीघ्रपर्ययाः ।
भुजंगनंदद्विनगांगबाणषट्कृतेंदवः सूर्यसुतस्य पर्ययाः ॥४ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें शुक्रशीघोच्चाचे भगण ७०२२३८९४९२ इतके होतात व शनीचे भगण १४६५६७२९८ इतके होतात.

खाष्टाब्धयोष्टाक्षगजेषुदिग्द्विप-
द्विपाब्धयोव्र्यंकयमा रदाग्नयः ।

शरेष्विभाख्यक्षरसाः कुसागराः
स्युः पूर्वगत्या तरणेर्मृदूच्चजाः ॥ ५ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें रविचंद्रादि सात ग्रहांच्या मंदोच्चाचें भगण क्रमानें ४८०।४८८१०५८५८।२९२।३३२।८५५।६५३।४१ इतके होतात.

गताष्टिभर्गत्रिरदाश्विनः कुभृद्रसाश्विनः कुद्विशराः क्रमर्तवः ।
त्रिनंदनागायुगकुंजरेषवो निशाकराद्व्यस्तगपातपर्ययाः ॥ ६ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें चंद्रादि ६ ग्रहांच्या पातांचे विलोमगतीनें भगण क्रमानें २३२३१११६८।२६७।५२१।६३।८९३।५८४ इतके होतात.

भगण कोष्टक.

ग्रहांचीं नांवें.	भगण.	शीघ्रोच्च भगण.	मंदोच्चभगण.	भातभगण.
रवि	४३२०००००००	०	४८०	०
चंद्र	५७७५३३०००००	०	४८८१०५८५८	२३२३१११६८
मंगळ	२२९६८२८५२२	४३२०००००००	२९२	२६७
बुध	४३२०००००००	शीघ्रभगण १७९३६९८९८४	३३२	५२१
गुरु	३६४२२६४५५	४३२०००००००	८५५	६३
शुक्र	४३२०००००००	शीघ्रभगण ७०२२३८९४९२	६५३	८९३
शनि	१४६५६७२९८	४३२०००००००	४१	५८४

टीपः– हे सर्व भगण ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसापैकीं आहेत असें समजावें.

उपपत्ति.

ज्या ग्रहाचे कल्पांतील भगण निश्चित करावयाचे असतील, तो प्रथमतः रेवती नक्षत्राच्या आरंभीं किंवा अन्य कोणत्याही नक्षत्राच्या आरंभीं कोणत्या काळीं येतो, हें प्रत्यक्ष वेधानें पहावें, नंतर **चक्रामध्यें** तो आपल्या गतीनें नक्षत्रचक्रामध्यें भ्रमण करून त्याच नक्षत्रीं कोणत्या काळीं पुनः येतो हें वेधानें पहावें, असें केल्यानें त्या दोन वेधकालच्या अंतरित कालानें एक भगण होतो असें होईल. नंतर इतक्या कालामध्यें जर एक भगण होतो तर कल्पाच्या कालामध्यें किती भगण होतील ?

या त्रैराशिकानें कल्पांतील भगण निघतील; परतु हें भगण-निश्चितीचें कृत्य एका पुरुषाचे हातून होण्यासारखें नाहीं. कारण रवीचा १ भगण पुरा होण्यास एक वर्ष लागतें, गुरूस १२ वर्षें लागतात; शनीस ३० वर्षें लागतात, आणि मंदोच्चास तर हजारों वर्षें लागतात. ह्मणून अति प्राज्ञ उपपत्ति समजणाऱ्या अशा विद्वान लोकांनीं परंपरेनें जे भगण मानिले असतील; तेच नवीन ग्रंथकर्त्यांनींही मानिले पाहिजेत. करितां आचार्यांनीं ब्रह्मगुप्तानें जे भगण सांगितलेले आहेत, तेच या ग्रंथांमध्यें घेतले आहेत.

खखखेषुवेदषड्गुणाकृतीभभूतभूमयः ।
शताहताभपश्चिमभ्रमा भवंति काहनि ॥ ७ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें १५८२२३६४५०००० इतके भभ्रम होतात.

उपपत्ति.

एके दिवशीं एक नक्षत्र व सूर्य हे दोन्ही बरोबर याम्योत्तर वृत्तावर आले असें पाहिलेनंतर पुढें नाक्षत्र ६० घटिकांनीं तें नक्षत्र याम्योत्तर वृत्तावर आलें, परंतु त्याच वेळीं सूर्य कांहीं याम्योत्तर वृत्तावर आला नाहीं. कारण, सूर्यास पूर्वेकडे जाण्याची कक्षागति आहे, त्यामुळें तो मागाहून याम्योत्तर वृत्तावर आला, तसेंच दुसऱ्या दिवशीं नक्षत्र याम्योत्तर वृत्तावर आल्यापासून पहिल्या दिवशीं सूर्यास जो काल लागला त्याच्या सुमारें दुप्पट

कालानें मागाहून याम्योत्तर वृत्तावर आला, असे एक वर्ष-पर्यंत सारखे वेध करीत गेले असतां एका वर्षामध्यें जितके सूर्योदय (कुदिनें) होतात त्यांपेक्षां एक भभ्रम अधिक होतो असें दिसून येतें. म्हणून कल्पामध्यें जितकीं कुदिनें असतील त्यापेक्षां कल्पसौर वर्षांइतके भभ्रम अधिक होतात असें झालें. आतां कल्पांतील कुदिनें १५७७९१६४५०००० इतकीं आहेत, यांत कल्पांतील वर्षें मिळविलीं तेव्हां १५८२२३६४५०००० इतके भभ्रम झाले.

विधिदिने दिनकृद्दिवसाः करेंद्रियशरेषुभुवोऽर्बुदसंगुणाः ।
नवनवांककराभ्ररसेंदवः प्रयुतसंगुणिता विधिवासराः ॥ ८ ॥

ब्रह्मदेवाच्या एका दिवसामध्यें सौर दिवस१५५५२००००००० इतके होतात. व चांद्र दिवस १६०२९९००००००० होतात.

उपपत्ति.

कल्पांतील सौर वर्षांस दिवसांचें रूप दिलें असतां कल्पांतील सौर दिवस होतील हें उघड आहे.

∴ ४३२००००००० × ३६० = १५५५२००००००००
आणि कल्पांमध्यें रवि आणि चंद्र यांचे संयोग जितके होतील तितके चांद्रमास होतात. आणि ते योग उभयतांच्या भगणांच्या अंतराइतके होतात.

∴ चंद्रभगण−रविभगण=चांद्रमास आणि चांद्रमास×३०= चांद्र दिवस. या दोन्ही समीकरणांमध्यें इष्ट किंमती ठेवून

५७७५३३००००० − ४३२००००००
= ५३४३३३००००,

∴ ५३४३३३००००० × ३० = १६०२९९००००००
म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

भूदिनानि शरवेदभूपगोसप्तसप्ततिथयो युताहताः।
भभ्रमास्तु भगणैर्विवर्जिता यस्य तस्य कुदिनानि तानि वा ९

कल्पांमध्यें कुदिनें १५७७९१६४५०००० इतकीं होतात. हीं कुदिनें सूर्यसंबंधानें सांगितलीं. अन्यग्रहासंबंधानें कुदिनें आणावयाचीं असतील तर भभ्रमांतून त्या त्या ग्रहाचे भगण वजा केले असतां तत्तत्संबंधाचीं कुदिनें येतील.

उपपत्ति.

प्रत्यक्ष वेधानें असें दिसून येतें कीं, एका सौर वर्षामध्यें जितके भभ्रम होतात त्याहून एक कमी इतके रविसावन दिवस असतात. कारण रवि पूर्वगतीनें एक भगण जातो ह्मणून भभ्रमांतून भगणसंख्या वजा केली असतां कुदिनें येतील हें उघड आहे. याचप्रमाणें अन्य ग्रहाविषयींही समजावें.

∴ भभ्रम−रविभगण=कुदिनें, यांत इष्ट किंमती ठवून

१५८२२३६४५००००−४३२००००००=

१५७७९१६४५००००

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

लक्षाहतादेवनवेषुचंद्राः कल्पेऽधिमासाः कथिताः सुधीभिः।
दिनक्षयास्तत्र सहस्त्रनिघ्नाः खबाणबाणाभ्ध्यहिखेषुदस्त्राः १०

कल्पामध्यें १५९३३०००००० इतके अधिमास होतात व २५०८२५५०००० इतके दिनक्षय होतात.

उपपत्ति.

कल्पामध्यें रविमासापेक्षां चांद्रमास हे जेवढ्यानें अधिक असतील ते अधिकमास होत व कल्पामध्यें सावन दिवसापेक्षां चांद्र दिवस जेवढ्यानें अधिक असतील ते क्षयाह होत.

∴ ५३४३३२०००००−५१८४००००००=

१५९३३०००००० हे अधिकमास आणि

१६०२९९९००००००−१५७७९१६४५००००=

२५०८२५५०००० हे क्षयाहं झाले.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

रवेः कोटिनिघ्नाः कृताष्टेंदुबाणाः
सुराग्नयब्धिरामेषवो लक्षनिघ्नाः ।
शशांकस्यमासाः पृथक् सूर्यमासै-
र्विहीनास्तु कल्पेऽथवा तेऽधिमासाः ॥ ११ ॥

कल्पामध्यें रविमास ५१८४०००००० इतके होतात. आणि चांद्रमास ५३४३३३०००० इतके होतात. चांद्रमासांतून सौरमास वजा केले असतां कल्पांतील अधिकमास येतात.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

अधिदिनैर्दिनकृद्दिनसंचयः
सहित इंदुदिनान्यथ तानि वा ।
विरहितानि च तानि दिनक्षयैः
क्षितिदिनान्यत उत्क्रमतोऽपरं ॥ १२ ॥

समीकरणरूपानें सौरदिवस+अधिदिवस=चांद्रदिवस.
चांद्रदिवस–दिनक्षय=कुदिनें.
∴चांद्रदिवस–अधिदिन = सौरदिवस आणि चांद्रदिवस – कुदिनें = दिनक्षय. याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

अंतरं तरणिचंद्रचक्रजं यद्भवेत्सविधुमाससंचयः ।
चंद्रचक्रदिवसैक्यमूनितं चंद्रमासभदिनैर्दिनक्षयाः ॥ १३ ॥

समीकरणरूपानें चंद्रभगण--रविभगण=चांद्रमास आणि चंद्रभगण+चांद्राह–(भभ्रम+चांद्रमास.)=क्षयाह.

उपपत्ति.

यांतील पहिल्या समीकरणाची उपपत्ति मागें दिली आहे. आतां दुसऱ्या समीकरणाची उपपत्ति देऊं.

चंद्रभगण–रविभगण=चांद्रमास.
∴रविभगण=चं. भ.–चां. मा.,..... ....(१)
आणि भभ्रम –रविभ. = कुदिनें..... ....(२)
चांद्राह–कुदिनें=क्षयाह... ... ...(३)

आतां समीकरण (३) मध्यें समीकरण (२) मधील कुदिनांची किंमत ठेवून.

चांद्राह–(भभ्र.–रविभ.)=क्षयाह कंस सोडवून

चांद्राह–भभ्र.+ रविभ. = क्षयाह.

यांत समीकरण (१) मधील रविभगणाची किंमत ठेवून

चांद्राह–भभ्र.+चं. भ.–चां. मा.=क्षयाह.

∴चं. भ.+चांद्राह–भभ्र.–चां. मा.=क्षयाह.

∴चं. भ.+चांद्राह–(भभ्र.+चा. मा.)=क्षयाह.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

इंदुमंडलगुणेंदुसंगुणभ्रभ्रचक्रविवरेऽधिमासकाः ।
खेचरोच्चभगणांतरेण्मिताः संति मंदचलकेंद्रपर्ययाः ॥ १४ ॥

चंद्रभगणांतून रविभगणाची १३ पट वजा केली असतां अधिमास येतात. आणि ग्रहभगण व उच्चभगण यांचें अंतर केलें असतां मंद केंद्र व चल केंद्र यांचे भगण येतात.

उपपत्ति.

चंद्रभगण–रविभगण = चांद्रमास......... ....(१)

रविभगण×१२ = रविमास......................(२)

चांद्रमास–रविमास = अधिमास.

या समीकरणामध्यें (१)व(२) यांमधील किंमती ठेवून.

चं. भ.– र.भ.– रविभ.×१२ = अधिमास.

∴चं. भ.–१३ रविभ.= अधिमास. आतां ग्रह व उच्च यांच्या अंतरास केंद्र हें नांव दिलेलें आहे. ह्मणून त्यांच्या भगणांचें अंतर केलें असतां केंद्रभगण येतील, हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

भभ्रमादि कोष्टक.

नांवें.	अंक.
भभ्रम	१५८२२३६४५००००
सूर्याह	१५५५२००००००००
चांद्राह	१६०२९९९००००००
कुदिनें	१५७७९१६४५००००
अधिमास	१५९३३०००००
क्षयाह	२५०८२५५००००
रविमास	५१८४०००००००
चांद्रमास	५३४३३३०००००

याप्रमाणें ग्रहभगणमानाध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु

ग्रहानयनाध्याय.

कथितकल्पगतोऽर्कसमागणो रविगुणो गतमाससमन्वितः ।
खदहनैर्गुणितस्तिथिसंयुतः पृथगतोऽधिकमाससमाहतात् ॥१॥
रविदिनाप्तगताधिकमासकैः कृतदिनैः सहितोद्युगणो विधोः ।
पृथगतः पठितावमसंगुणाद्विधुदिनाप्तगतावमवर्जितः ॥ २ ॥
भवति भास्करवासरपूर्वको दिनगणो रविमध्यमसावनः ।
अधिकमासदिनक्षयशेषतो द्युघटिकादिकमत्रनगृह्यते ॥ ३ ॥

प्रथमतः कल्पारंभापासून चालू वर्षाच्या आरंभापर्यंत सौर-वर्षें किती गेलीं आहेत तीं मागें सांगितल्या रीतीनें काढावींत. नंतर त्या गतवर्षांस १२ नीं गुणून आलेल्या गुणाकारामध्यें चालू वर्षांतील गेलेले महिने मिळवावेत, नंतर आलेल्या बेरजेस ३० नीं गुणून त्यामध्यें चालू महिन्यांतील गेलेल्या तिथी मिळवाव्या; जी बेरीज होईल ती दोन ठिकाणीं मांडून त्यांतील एके ठिकाणीं १५९३३००००० या संख्येनें गुणून १५५५२००००००००० ह्या संख्येनें भागावें. जो भागाकार येईल ते गतअधिकमास होतील. त्यांस ३० नीं गुणून जो गुणाकार होईल तो पूर्वीं निराळ्या मांडलेल्या रकमेमध्यें मिळविला असतां चांद्रअहर्गण होतो. हा चांद्रअहर्गण दोन ठिकाणीं मांडून त्यांतील एका ठिकाणीं २५०८२५५००००या संख्येनें गुणून१६०२९९९०००००० या संख्येनें भागावें, जो भागाकार दिनक्षयरूप येईल, तो पूर्वीं निराळ्या मांडलेल्या रकमेंतून वजा केला असतां अहर्गण होतो. हा सूर्यवारादि व सूर्याच्या मध्यम सावनमानाचा आहे असें समजावें. येथें अधिमास शेष व दिनक्षय शेष यापासून वारघटिकादिक घेऊं नयेत.

द्युचरचक्रहतो दिनसंचयः कहृतः भगणादिफलं ग्रहः ।
दशशिरःपुरिमध्यमभास्करे क्षितिजसंनिधिगे सति मध्यमः ॥

अहर्गणास ग्रहांच्या कल्प भगणांनीं गुणून कल्पकुदिनांनीं

भागिलें असतां भगणादिग्रह होतो; परंतु हा ग्रह लंकेच्या पूर्व क्षितिजाजवळ मध्यम सूर्य ज्या वेळेस येतो, त्या वेळचा मध्यम समजावा.

आतां मागील चारी श्लोकांची उपपत्ति देऊं.

उपपत्ति.

एका वर्षाचे महिने बारा असतात, ह्मणून वर्षाचे मास करावयाकरितां १२ नीं गुणावयास सांगितलें. तसेंच महिन्याचे दिवस ३० असतात म्हणून मासांचे दिवस करण्याकरितां ३० नीं गुणिलें पाहिजे. आतां त्या सौरदिवसांवरून अधिमास काढणें आहेत ह्मणून

कल्पसौरदिनें : कल्पाधिमास : : इष्टसौरदिनें
१५५५२०००००००० १५९३३०००००

या त्रैराशिकावरून इष्ट सौरदिवसास कल्पाधिमासांनीं गुणून कल्पसौर दिवसांनीं भागणें प्राप्त झालें, यावरून आलेल्या अधिमासास ३० नीं गुणून जे अधिदिवस होतील ते सौरदिवसांमध्यें मिळविले असतां चांद्रअहर्गण होईल हें उघड आहे. आतां ह्या अहर्गणावरून दिनक्षय काढणें आहेत ह्मणून

कल्पचांद्रदिनें : कल्पक्षयदिवस :: चांद्रअहर्गण

या त्रैराशिकावरून चांद्रअहर्गणास कल्पक्षयदिवसांनीं गुणून कल्पचांद्राहांनीं भागणें प्राप्त झालें, यावरून जे क्षयदिवस येतील ते चांद्रअहर्गणांतून वजा केले असतां सावनअहर्गण होईल हें उघड आहे.

कल्पाच्या आरंभीं रविवार होता, ह्मणून हा अहर्गण रविवारादि आहे.

कल्पकुदिनें: कल्पग्रहभगण :: अहर्गण

या त्रैराशिकावरून अहर्गणास कल्पग्रह भगणांनीं गुणून कल्पकुदिनांनीं भागिलें असतां भगणादि ग्रह येतो हें उघड आहे. बाकी उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें स्पष्ट रीतीनें सांगितली आहे.

कोट्याहतैरंकक्रुतेंदुविश्वैर्न्यूनाहशेषे विहृतेलवाद्यम् ।
रविघ्नतिथ्याढ्यमनेन युक्तो रविर्विधुः स्याद्विधुरूनितोऽर्कः॥५॥

क्षयाह शेषास १३१४९००००००० ह्यांनीं भागिलें असतां जें फल येईल, त्यामध्यें गततिथींची १२ पट मिळवावी, आलेली बेरीज सूर्यामध्यें अंशस्थानीं मिळविली असतां चंद्र होतो आणि चंद्रांतून वजा केली असतां सूर्य होतो.

उपपत्ति.

रविचंद्रांमध्यें १२ अंशांचें अंतर झालें असतां एक तिथि होते, तेव्हां तिथि जर आपल्यास समजल्या तर त्यांपासून रवि-चंद्रांमधील अंतर काढतां येईल. ह्मणून गततिथींस १२ नीं गुणावें असें श्लोकांत सांगितलें आहे; परंतु हें अंतर गत-तिथ्यंतकालीं झालें. चंद्र आह्मांस सूर्योदयकालचा करावयाचा आहे. व तिथ्यंत व सूर्योदय यांमध्यें अवमशेष असतें तें सावन असल्यामुळें त्याच्या तिथी केल्या पाहिजेत ह्मणून

$$\text{कल्पकुदिनें} : \text{कल्पचांद्रदिवस} : : \frac{\text{अवमशेष}}{\text{कल्पचांद्रदिवस}}$$

या त्रैराशिकावरून अवमशेषास कल्पकुदिनांनीं भागावें ह्मणजे अवमशेषास तिथीचें रूप येईल. नंतर त्या तिथीचें अंशात्मक अंतर करण्याकारितां १२ नीं गुणिलें पाहिजे म्हणून

$$\frac{\text{अवमशेष}}{\text{कल्पकुदिनें}} \times १२ = \text{अंशात्मक अंतर}$$

$$\frac{\text{अवमशेष}}{१५७७९१६४५००००} \times \frac{१२}{१} = \frac{\text{अवमशेष}}{१३१४९३०३७५००}$$

ग्रंथकर्त्यानें वरील भाजकांतील पुढील सात आंकड्यांमध्यें लाघवार्थ शून्यें मानून १३१४९००००००० हा भाजक सांगितला आहे. असें केल्यानें एक विकलेचेंही अंतर पडत नाहीं. आतां गततिथीस १२ नीं गुणून रविचंद्रांचें अंतर तिथ्यंतापर्यंत आणिलें आहे. त्यांत हें वरील अंतर तिथ्यंता-पासून सूर्योदयापर्यंतचें अवमशेषावरून आणिलें आहे. तें मिळ-विलें असतां सूर्योदयकालीं रविचंद्रांमध्यें अंशात्मक अंतर किती

येईल व चंद्रांतून वजा केले असतां सूर्य येईल हें उघड आहे.

म्हणून इष्ट सिद्धि झाली.

कोट्याहतैर्यद्भवभैरवाप्तं
न्यूनाहशेषे विहृते कलाद्यम् ।
तत्स्याद्धनाख्यं तरणेर्विधोस्तत्
त्रिभूहतं स्वेषु गुणांशयुक् स्वम् ॥ ६ ॥
चैत्रादियातास्तिथयः पृथक्स्था
विश्वैर्हताः सूर्यविधू लवाद्यौ ।
तौ चाधिशेषाच्छशिमासलब्ध्या
हीनौ युतौ स्वस्वधनाह्वयाभ्याम् ॥ ७ ॥

अवमशेषास २७११०००००००० ह्या संख्येनें भागून जें कलादिलब्ध येईल तें सूर्याचें धन समजावें, आणि सूर्यधनाच्या १३ पटींमध्यें सूर्यधनाचा ३५ वा हिस्सा मिळविला असतां चंद्राचें धन येतें. आतां अधिमासशेषास कल्प चांद्रमासांनीं भागून जें लब्ध येईल तें चैत्रादि गत तिथींतून वजा करून राहिलेल्या बाकीमध्यें पूर्वीं आणून ठेवलेलें सूर्याचें धन मिळविलें असतां सूर्य होतो. आणि अधिमास शेषास कल्पचांद्रमासांनीं भागून जें लब्ध येईल तें चैत्रादि गततिथींच्या १३ पटींतून वजा करून राहिलेल्या बाकीमध्यें चंद्राचें धन मिळविलें असतां चंद्र होतो.

उपपत्ति.

सौर वर्षाच्या अंतरावरून पुढें जितके सौर दिवस गेले असतील तितका अंशात्मक सूर्य होईल हें उघड आहे.

परंतु येथें ग्रंथकर्त्यानें चैत्रादि गततिथीइतकें सौराह मानून तितका अंशात्मक रवि मानिला, व चंद्राची गति सूर्यगतीच्या १३ पट सुमारें आहे म्हणून चैत्रादि गततिथीतुल्य अंशात्मक रवीस १३ नीं गुणून चंद्र होतो, असें सांगितलें.

परंतु तिथितुल्य सौराह मानण्यामध्यें अधिमासशेषापासून जितके सौर दिवस होतील तितके अधिक धरल्यासारखें झालें. कारण चैत्रारंभापासून मेषसंक्रांतिकालापर्यंत जें अंतर तें अधिमासशेष होय; व सौरवर्षांतापासून पुढें इष्ट कालापर्यंत जें सौर–चांद्रांतर अधिक झालें तेंही अधिमासशेष सभूत आहे. करितां जितके सौर दिवस हिशेबांत अधिक घेतले ते वजा केले पाहिजेत. म्हणून ते अधिक किती घेतले हें पाहूं.

$$\frac{\text{अधिमासशेष} \times ३०}{\text{कल्पसौराह}} = \text{चांद्राह}.$$

ह चांद्राह अधिमासशेषापासून उत्पन्न झालेले आहेत.

$$\therefore \text{कल्पचांद्राह} : \text{कल्पसौराह} :: \frac{\text{अधिमा. शेष} \times ३०}{\text{कल्पसौराह}}$$

या त्रैराशिकावरून जे सौराह येतील ते अधिक घेतले आहेत असें झालें. वरील त्रैराशिकावरून

$$\frac{\text{अधिमा. शे.} \times ३०}{\text{कल्पसौराह}} \times \frac{\text{कल्पसौराह}}{\text{कल्पचांद्राह}} = \frac{\text{अधिमा. शे.} \times ३०}{\text{कल्पचांद्राह}}$$

यांच्या अंशछेदास ३०नीं भागून $\frac{\text{अधिमा. शेष}}{\text{कल्पचांद्रमास}}$

इतके सौर दिवस अधिक घेतले ते रविचद्रांतून वजा करण्यास सांगितले आहेत; हें योग्य आहे.

वरील कृत्यानें जे रविचंद्र आले ते तिथ्यंतकालीं झाले; परंतु ते सूर्योदयकालीं करावयाचे आहेत.

करितां तिथ्यंत आणि सूर्योदय यांच्यामध्यें अवमशेष राहतें म्हणून

$$\frac{\text{कल्पचांद्राहतुल्य}}{\text{परमअवमशेष}} : \frac{\text{रविगतिकला}}{५९} :: \text{इष्टअवमशेष}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\frac{\text{अवमशेष}\times ५९}{\text{कल्पचांद्राह}} = \frac{\text{अवमशेष}}{२७११००००००}$$

सुमारें इतका कळात्मक रवि सूर्योदयापर्यंत झाला पाहिजे, म्हणून

$$\frac{\text{अवमशेष}}{२७११००००००}$$

यास रवीचें धन असें नांव देऊन मिळवावयास सांगितलें आहे. आणि रविगतीपेक्षां चंद्राची गति $१३\frac{१३}{३८}$ पट असल्यामुळें रविधनास या पटीनें गुणून आलेल्या गुणाकारास चंद्राचें धन असें नांव देऊन मिळवावयास सांगितलें आहे.

याप्रमाणें सर्व इष्टसिद्धि झाली.

अर्कसावनदिवागणो हतः स्वस्वसावनदिनैस्तु कल्पजैः ।
खाभ्रबाणगिरिरामखत्रिगोशक्रविश्वविहृतात्तराशिभिः ॥ ८ ॥
विवर्जितो विकर्तनो गृहादिको गृहादिकाः ।
ग्रहा भवंति वा बुधैर्विचिंत्यमन्यदप्यतः ॥ ९ ॥

अहर्गणास चंद्रादिकांच्या सावनदिनांनीं पृथक् पृथक् गुणून १३१४९३०३७५०० ह्या संख्येनें भागून जें राश्यादि लब्ध येईल तें राश्यादि सूर्यांतून वजा केलें असतां चंद्रादि ग्रह होतात या रीतीहून निराळी ग्रहसाधनांची रीति बुद्धिमान् लोकांनीं शोधून काढावी.

भभ्रम = भ; ग्रहभगण = ग्र; ग्रहसावन दिवस = स;
अशा संज्ञा देऊन

भ − ग्र = स

∴ भ − स = ग्र.......... (१)

आणि भ = ग्र + स

∴ गतभभ्रम = भगणादिरवि + अहर्गण. येथें भगणांची जरूरी नाहीं. म्हणून भगणस्थानीं अहर्गण मिळाल्यामुळें अहर्गणाचें पद नाहींसें झालें.

∴ राश्यादि भभ्रम = राश्यादि सूर्य ही किंमत समीकरण (१) मध्यें ठेवून

$$\text{राश्यादि सूर्य} - \text{स} = \text{ग्र.}$$

$$\text{येथें स} = \frac{\text{अहर्गण} \times \text{कल्पसावन}}{\text{कल्पकादिन}}$$

याचीही किंमत राश्यादि करण्याकरितां १२ नीं गुणिलें.

$$\therefore \text{स} = \frac{\text{अ.} \times \text{क. सा.}}{\text{कल्पकु.}} \times \frac{१२}{१}$$

यांत कल्पकुदिनें = १५७७९१६४५०००० ही किंमत ठेवून १२ चा संक्षेप देऊन

$$\text{स} = \frac{\text{अह} \times \text{कसा.}}{१३१४९३०३७५००}$$

$$\therefore \text{रा. सूर्य} - \frac{\text{अ.} \times \text{क. सा.}}{१३१४९३०३७५००} = \text{राश्यादि ग्रह}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

यथा यथाधिमासकावमेंदुमासपूर्वकाः ।
परस्परं युतोनिता भवंति खेटपर्यया: ॥ १० ॥
त एव सूर्यसावनद्युपिंडतोऽनुपातजाः ।
तथा तथा युतोनिता भवंति तेऽथवा ग्रहाः ॥ ११ ॥

अधिमास, क्षयदिवस, चांद्रमास इत्यादिकांपैकीं ज्या दोन दांची बेरीज किंवा वजाबाकी केली असतां ग्रह भगण होतात, या दोन पदांपासून अहर्गणाशीं त्रैराशिक करून जीं फलें तील तीं यथासंभव युक्त किंवा रहित केलीं असतां ग्रह तात. जसें, मागें सांगितलें आहे कीं, चंद्रभगणांतून रवि-

भगणाची १३ पट वजा केली असतां अधिमास येतात. म्हणून अधिमासामध्यें रवि भगणाची १३ पट मिळविली असतां चंद्रभगण येतील असें झालें; तेव्हां

कल्पकुदिनें : कल्पाधिमास : : इष्टकुदिनें

या त्रैराशिकावरून राश्यादि फल आणून तें राश्यादि रवीच्या १३ पटींमध्यें मिळविलें असतां चंद्र होईल हें उघड आहे. याप्रमाणें पुष्कळ प्रकारांनीं ग्रह आणितां येतील.

यांची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

द्विचक्रयोगजो ग्रहो वियोगजेन युग्वियुक् ।
दलीकृतौ च तौ क्रमादमंदमंदगामिनौ ॥ १२ ॥

जे दोन ग्रह आपल्यास तयार करावयाचे असतील त्या दोन ग्रहांच्या भगणांच्या बेरजेपासून अहर्गणावरून एक ग्रह तयार करून तो दोन ठिकाणीं मांडावा; नंतर त्याच दोन ग्रहांच्या भगणाच्या अंतरावरून व अहर्गणापासून एक ग्रह तयार करावा. नंतर हा ग्रह पूर्वीं मांडलेल्या दोन ठिकाणच्या ग्रहांमध्यें एका ठिकाणीं युक्त व दुसऱ्या ठिकाणीं रहित करून त्यांचीं अर्धें केलीं असतां क्रमानें शीघ्रगति ग्रह व मंदगति ग्रह असे अभीष्ट दोन्ही ग्रह होतात.

उपपत्ति.

अ आणि ब ह्या दोन ग्रहांची बेरीज य आहे व त्याचें अंतर व आहे, असें दिलें आहे. यावरून अ आणि ब हे दोन्ही ग्रह काढावयाचे आहेत. करितां

$$अ + ब = य \text{ आणि}$$
$$अ - ब = व$$

या दोन समीकरणांची बेरीज करून

$$२ अ = य + व$$
$$\therefore अ = \frac{य + व}{२}$$

त्याच दोन समीकरणांची वजाबाकी करून

$$२ ब = य - व$$

$$\therefore ब = \frac{य - व}{२}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

द्विपर्ययांतरोद्भवग्रहेण वर्जितो द्रुतः।
समंदगोऽथ मंदगो युतो भवेदमंदगः ॥ १३ ॥

दोन ग्रहांच्या भगणांच्या अंतरावरून जो ग्रह येईल तो शीघ्रगति ग्रहांतून वजा केला असतां मंदगति ग्रह येईल आणि तो मंदगति ग्रहामध्यें मिळविला असतां शीघ्रगति ग्रह होईल.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

केंद्रोच्चयोश्चंचलयोर्वियोगे
योगेऽथवा स्यान्मृदुनोः प्रसाध्यः।
प्रसाध्यचक्रैर्गुणितः प्रसिद्धो
भक्तो निजैः स्यादथवा प्रसाध्यः ॥ १४ ॥

शीघ्रकेंद्र व शीघ्रोच्च यांचें अंतर केलें असतां ग्रह येतो अथवा मंदकेंद्र व मंदोच्च यांची बेरीज केली असतां ग्रह होतो. अथवा प्रसाध्य ग्रहाच्या (जो ग्रह तयार करावयाचा आहे त्याच्या) भगणांनीं सिद्धास म्हणजे तयार झालेल्या ग्रहास गुणून सिद्धाच्या भगणांनीं भागिलें असतां साध्य ग्रह होतो.

उपपत्ति.

शीघ्रोच्च − ग्रह = शीघ्रकेंद्र

∴ ग्रह = शीघ्रोच्च − शीघ्रकेंद्र

आणि ग्रह − मंदोच्च = मंदकेंद्र

∴ ग्रह = मंदोच्च + मंदकेंद्र

$$\therefore \text{साध्यग्रह} = \frac{\text{सिद्धग्रह} \times \text{साध्यभगण}}{\text{सिद्धभगण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

साग्रात्सचक्राच्चखगात्कहघ्नात्तत्कल्पचक्रात्तमहर्गणः स्यात् ।
निरग्रचक्रादपि कुट्टकेनवक्ष्येऽग्रतोऽग्राच्च तथाग्रयोगात् ॥१५॥

भगणादि विकलाशेषांत ग्रहास कल्पकुदिनांनीं गुणून कल्पभगणांनीं भागिलें असतां अहर्गण होतो.

ग्रहाचें विकलाशेष आणि ग्रहभगण हें माहीत जरी नसलें तरी केवळ राश्यादिग्रहावरून अहर्गण कसा आणावा व केवळ विकलाशेष व भगणादि शेषाची बेरीज ह्या प्रत्येकावरून अहर्गण कसा आणावा हें प्रश्नाध्यायामध्यें कुट्टकाच्या रीतीनें पुढें सांगूं.

उपपत्ति.

कल्पकुदिनें : कल्पभगण : : अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

$$\text{भगणादिग्रह} = \frac{\text{अहर्गण} \times \text{कल्पभगण}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

$$\therefore \text{अहर्गण} = \frac{\text{भगणादिग्रह} \times \text{कल्पकुदिनें}}{\text{कल्पभगण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

अभिमतद्युगणादवमैर्हतात्क्षितिदिनाप्तगतावमसंयुतः ।
दिनगणः स भवेत्तिथिसंचयः पृथगथाधिकमाससमाहतात् १६
विधुदिनाप्तगताधिकमासकैः कृतदिनैरहितोर्कदिनोच्चयः ।
भवतिमासगणःखगुणोत्धृतो रविहृतः स च कल्पगताः समाः ॥

अहर्गणास कल्पांतील क्षय दिवसांनीं गुणून कल्पकुदिनांनीं

असतां चांद्रतिथी येतील. आलेल्या चांद्रतिथी दोन ठिकाणीं मांडून एके ठिकाणीं कल्पांतील अधिमासांनीं गुणून कल्प-चांद्राहांनीं भागावें आणि जो भागाकार येईल त्यास ३० नीं गुणून आलेला गुणाकार पृथक् मांडलेल्या चांद्रतिथींतून वजा केला असतां सौर दिवस येतात. यांस ३० नीं भागिलें तर मासगण येईल व मासगणास १२ नीं भागिल्यास कल्पगत व येतील.

उपपत्ति.

$$\text{कल्पकुदिनें} : \text{कल्पक्षयदि.} :: \text{अहर्गण}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{गतक्षयदि.} = \frac{\text{कल्पक्ष.दि.} \times \text{अह.}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

आतां सावनदिनामध्यें क्षयदिवस मिळाविले असतां चांद्रतिथी येतील.

$$\therefore \text{अहगण} + \frac{\text{कल्पक्ष.} \times \text{अह.}}{\text{कल्पकुदिनें}} = \text{चांद्राह.}$$

$$\text{कल्पचांद्राह} : \text{कल्पाधिमास} :: \text{इष्टचांद्राह}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{गताधिमास} = \frac{\text{कल्पाधिमा.} \times \text{इष्टचांद्र.}}{\text{कल्पचांद्राह}}$$

यांस ३० नीं गुणिलें असतां अधिदिवस होतील व हे अधि-दिवस मागें आणलेल्या चांद्रदिवसांतून वजा केले असतां सौराह येतील.

$$\therefore \text{चांद्राह} - \frac{\text{क. धि. मा.} \times \text{चां. दि.} \times ३०}{\text{कल्पचांद्राह}} = \text{सौराह.}$$

$$\frac{\text{सौराह}}{३०} = \text{मासगण}$$

$$\frac{\text{मासगण}}{१२} = \text{कल्पगत वर्षें.}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

कलिगतादथवादिनसंचयो दिनपतिर्भृगुजप्रभृतिस्तदा ।
कलिमुखध्रुवकेण समन्वितो भवति तद्युगणोद्भवखेचरः ॥१८॥

अथवा कलीच्या आरंभापासून अहर्गण साधावा व तो अहर्गण शुक्रवारापासून आरंभ झालेला आहे असें समजावें. कारण, कलीच्या आरंभीं शुक्रवार होता. आतां या कलिगत अहर्गणापासून जे ग्रह उत्पन्न होतील त्यास ध्रुवकांक ह्मणजे कलीच्या आरंभींचे ग्रह पुढील श्लोकांत दिलेले मिळविले असतां बरोबर मध्यम ग्रह येतात.

खाद्रिरामाग्नयः (३३७०) क्वग्निरामांकका (९३३१
वेदवेदांकचंद्रा (१९४४) विलिप्ताः क्रमात् ।
षड्रसांगाब्धयों (४६६६) गाभ्रवेदाब्धयो (४४०६)
वेदषटाभ्रभूपाभ्रभूसंमिताः (१०१६०६४) ॥ १९ ॥
वेदचंद्रद्विवेदाब्धिनागाः (८४४२१४) कर
व्यब्धिवेदाब्धिशैला (७४४४२२) भवयुः कुजात् ।
द्वापरांताध्रुवाश्चक्रशुद्धास्तथा
सूर्यतुंगेंदुतुंगेंदुपातोद्भवाः ॥ २० ॥

कलिमुखग्रह.

नांवें	मं.	बु.	गु.	शु.	श.	रतुं	चंतु	चंपा.
रा.	११	११	११	११	११	२	४	५
अं.	२९	२७	२९	२८	२८	१७	५	३
क.	३	२४	२७	४२	४६	४५	२९	१२
वि.	५०	२९	३६	१४	३४	३६	४६	५८

येथें श्लोकांत जे आंकडे दिलेले आहेत ते कलीच्या आरंभीं-चे ग्रह बारा राशींत वजा करून त्यांच्या विकला करून दिलेले आहेत.

याप्रमाणें ग्रहानयनाध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

कक्षाग्रहानयन.

कोटिघ्नैर्नखनंदषट्कनखभूभूभृद्भुजंगेंदुभि·
र्ज्योतिःशास्त्रविदो वदन्ति नभसः कक्षामिमां योजनैः ।
तद्ब्रह्मांडकटाहसंपुटतटे केचिज्जगुर्वेष्टनं
केचित्प्रोचुरदृश्यदृश्यकगिरिं पौराणिकाः सूरयः॥ १ ॥

आकाशाची कक्षा १८७१२०६९२०००००००० इतकीं योजनें आहे असें ज्योतिःशास्त्रवेत्त्यांनीं सांगितलें आहे. कित्येक गणक असें म्हणतात कीं, ब्रह्मांडगोलास जें वेष्टन आहे त्याच परिधि वर सांगितलेल्या योजनांइतका आहे. व कित्येक पौराणिकांचें असें मत आहे कीं, लोकालोकपर्वताचा तो परिधि आहे.

करतलकलितामलकवदमलं सकलं विदन्ति ये गोलम् ।
दिनकरकरनिकरनिहततमसो नभसः परिधिरुदितस्तैः॥ २

हातामध्यें आंवळा घेतला असतां त्याचें सर्व ज्ञान जसें उत्तम होतें, त्याप्रमाणें ज्यांना गोलसंबंधी ज्ञान उत्तम झालेलें आहे असे पंडित लोक म्हणतात कीं, मागें सांगितलेलीं योजनें हीं, सूर्याचीं किरणें आकाशांत जेथपर्यंत जातात तेवढ्या आकाशगोलाच्या परिधीचीं आहेत.

ब्रह्मांडमेतन्मितमस्तु नो वा कल्पे ग्रहः क्रामति योजनानि ।
यावंति पूर्वैरिह तत्प्रमाणं प्रोक्तं खकक्षाख्यमिदं मतं नः॥ ३ ॥

वर सांगितलेल्या योजनांएवढें ब्रह्मांड असो किंवा नसो. याविषयीं माझें (आचार्याचें) मत असें आहे कीं, एका कल्पामध्यें ग्रह जितकीं योजनें चालतो त्याचें हें मान आहे. यासच पूर्वींचे लोक खकक्षा म्हणत असत.

ग्रहस्य चक्रैर्विहृता खकक्षा
भवेत् स्वकक्षा निजकक्षिकायाम् ।
ग्रहाः खकक्षामितयोजनानि
भ्रमत्यजस्रं परिवर्तमानः॥ ४ ॥

ज्या ग्रहाच्या कक्षेचें मान आणावयाचें असेल त्याच्या

भगणांनीं खकक्षेला भागिलें असतां खकक्षेचें मान येतें. कारण कल्पामध्यें ग्रह सारखा फिरत असतां खकक्षेइतकीं योजनें चालतो. म्हणून

कल्पग्रह भगण : कल्पग्रह योजनें : : एक भगण

या त्रैराशिकावरून ग्रहकक्षा निघेल हें उघड आहे.

सार्द्धाद्रिगोमनुसुराब्धिमितार्ककक्षा
चांद्री सहस्रगुणिताजिनरामसंख्या ।
अभ्रेष्विभांकगजकुंजरगोक्षपक्षाः
कक्षां गृणंति गणका भगणस्य चेमां ॥ ५ ॥

मागील श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें गणित केलें असतां रवीची कक्षा ४३३१४९७१ इतकीं योजनें येते. चंद्राची ३२४००० इतकीं योजनें येते; व भकक्षा २५९८८९८५० इतकी आहे असें गणक ह्मणतात. येथें भकक्षा सूर्यकक्षेच्या ६० पट आगम प्रामाण्येंकरून मानिली आहे. याचप्रमाणें अन्य ग्रहांच्याही कक्षा काढितां येतील.

कल्पोद्भवैः क्षितिदिनैर्गगनस्य कक्षा
भक्ताभवेद्दिनगतिर्गगनेचरस्य ।
पादोनगोक्षधृतिभूमितयोजनानि
खेटा व्रजंत्यनुदिनं निजवर्त्मनीमे ॥ ६ ॥

आकाशकक्षेस कल्पकुदिनांनीं भागिलें असतां ग्रहाची योजनात्मक दिनगति येते, याप्रमाणें भागाकार केला असतां सुमारें पादोन ११८५९ इतकीं योजनें दररोज ग्रह आपापल्या कक्षेमध्यें फिरतात, असें होतें.

उपपत्ति.

कल्पकुदिनें: खकक्षा योजनें : : एक भगण.

या त्रैराशिकावरून

$$\text{दिनगति} = \frac{\text{खकक्षा}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

यांत इष्ट किंमती ठेवून

योजनात्मक दिनगति = पादोन ११८५१ सुमारें

∴ इष्टसिद्धि झाली.

अहर्गणात्क्षिनवांकनिघ्नान्नवेंदुवेदेषुहुताशलब्ध्या ।
अहर्गणो गोक्षधृतींदुनिघ्नो विवर्जितः स्युर्गतयोजनानि ॥ ७ ॥
स्वया स्वया तानि पृथक् च कक्षया
हृतानि वा स्युर्भगणादिकाग्रहाः ।

अहर्गणास ९९२१ नीं गुणून ३५४१९ या संख्येनें भागून जें लब्ध येईल, तें अहर्गणाच्या ११८५९ पटींतून वजा केलें असतां ग्रहाचीं गतयोजनें (अहर्गणाइतक्या कालामध्यें ग्रह किती योजनें चालला तीं) येतात. या गतयोजनांस ग्रहांच्या स्वकीय स्वकीय कक्षा योजनांनीं पृथक् पृथक् भागिलें असतां भगणादि ग्रह येतात.

उपपत्ति.

एकदिवस : दिनगति : : अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

दिनगति × अहर्गण = गतयोजनें

या समीकरणामध्यें मागच्या श्लोकांत सांगितलेली

$$\text{दिनगति} = \frac{\text{खकक्षायोजनें}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

ही किंमत ठेवून

$$\text{गतयोजनें} = \frac{\text{खकक्षायोजनें} \times \text{अहर्गण}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

यांत इष्ट किंमती ठेवून

$$\text{म. यो.} = \frac{१८७१२०६९२००००८००००\times\text{अहर्गण}}{१५७७९१६४५००००}$$

$$\therefore \text{ग. यो.} = \left(११८५८ + \frac{११३५१३५९०}{१५७७११६४५} \right) \text{अहर्गण}$$

$$= \left(११८५८ + १ + \frac{११३५१३५९०}{१५७७११६४५} - १ \right) \text{अहर्गण}$$

$$= \left(११८५९ - \frac{४४१९८०५५}{१५७७११६४५} \right) \text{अहर्गण}$$

यांतील अंशच्छेदांस ४४५५ या संख्येनें संक्षेप देऊन

$$\text{गतयोजनें} = \left(११८५९ - \frac{९९२१}{३५४११} \right) \text{अहर्गण}$$

$$\therefore \text{ग. यो.} = ११८५९ \text{ अहर्गण} - \frac{९९२१ \text{ अहर्गण}}{३५४११}$$

∴ पहिल्या श्लोकाची इष्टसिद्धि झाली.

आतां ग्रहकक्षायोजनें : भगण १ : : गतयोजनें

या त्रैराशिकावरून

$$\text{भगणादिग्रह} = \frac{\text{गतयोजनें}}{\text{ग्रहकक्षायोजनें}}$$

∴ इष्टसिद्धि सर्व झाली.

ग्रहस्य कक्षैव हि तुंगपातयोः

पृथक्च कल्प्यात्र तदीयसिद्धये ॥ ८ ॥

अर्कस्य कक्षैव सितज्ञयोः सा ज्ञेया तयोरानयनार्थमेव

उक्ते तयोर्ये चलतुंगकक्षे तत्रैव तौ च भ्रमतोऽर्कगत्या ९

वास्तविक ग्रहाची जी कक्षा तीच उच्च व पात यांची कक्षा होय, परंतु उच्च व पात यांच्या भगणांनीं खकक्षेला भागून ज्या पृथक् कक्षा येतात, त्या केवळ उच्च व पात यांची स्थिति समजण्याकरितांच समजाव्या.

बुध व शुक्र यांची स्थिति आणण्याकरितां मात्र जी रवीची कक्षा तीच बुधशुक्रांची समजावी. वास्तविक बुधशुक्र यांच्या शीघ्रोच्चकक्षा ज्या आहेत त्यांमध्यें ते रविगतीनें भ्रमण करीत असतात.

याप्रमाणें कक्षेवरून ग्रह आणण्याविषयींच्या अध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

प्रत्यब्दशुद्धिप्रकरण.

अधोधस्त्रिधाकल्पयाताब्दवृंदा-
त्कराभ्यां कृतैः पावकैः संगुणाच्च ।
भुजंगैरवाप्तं फलं स्याद्दिनाद्यं
तदब्दान्वितंभास्करादब्दपः स्यात् ॥ १ ॥

कल्पांतील गतवर्षें एकाखालीं एक अशीं तीन ठिकाणीं मांडावीं, आणि त्यांस क्रमानें २।४।३ या आंकड्यांनीं गुणून ८ नीं भागावें आणि जें वारादि फल येईल त्यामध्यें वारस्थानीं गतवर्षें मिळविलीं असतां रविवारादि अब्दप होतो.

उपपत्ति.

येथें अब्दप ह्मणजे सौर वर्षाच्या आरंभीं दिवस कोणता आहे हें काढणें आहे. करितां एका सौर वर्षांतील ३६५ दिवस, १५ घटिका, ३० पळें, २२ विपळें, आणखी ३० प्रतिविपळें, या कालास गतवर्षांनीं गुणिलें असतां अब्दप येईल हें उघड आहे; परंतु आचार्यांनीं वरील कालाचीं ३६५ व ०।१५।३०।२२।३० अशीं दोन खंडें करून पृथक् गतवर्षांनीं गुणिलें आणि त्यांची बेरीज घेतली आहे. आतां ०।१५।३०।२२।३० यांस ८ नीं गुणिलें असतां वारादि २।४।३ असे येतात ह्मणून या आंकड्यांस गतवर्षांनीं गुणून ८ नीं भागावयास सांगितलें आहे; कारण एखाद्या संख्येस एकाच संख्येनें गुणिलें व भागिलें असतां किंमत बदलत नाहीं; आतां ३६५ दिवसांस गतवर्षांनीं गुणून जो गुणाकार येईल तो मिळविला पाहिजे. परंतु आचार्यांनीं ३६५ दिवसांतील ७।७ दिवसांचें एकेक वारचक्र याप्रमाणें वारचक्रें टाकून देऊन शिल्लक एकवार राहतो ह्मणून एकास गतवर्षांनीं गुणून मिळवावयास सांगितलें आहे.

कल्पाच्या आरंभीं रविवार होता म्हणून रविवारादि अब्दप आहे.

∴ इष्टसिद्धि झाली.

निजाशीतिभागेन युक्तं समार्द्धं
खषड्भक्तमब्दांघ्रियुग्वादिनाद्यम् ।
गताब्दा विभक्ताः समुद्रैः खसूर्यैः
खखांगांककैर्वा फलैक्यं दिनाद्यम् ॥ २ ॥

गतवर्षांच्या अर्धास ८० या संख्येनें भागून जो भागाकार येईल तो गतवर्षांच्या अर्धामध्यें मिळवावा. आलेल्या बेरजेस ६० नीं भागून गतवर्षांचा चतुर्थांश मिळविला असतां दिनाद्य येतें.

अथवा गतवर्षांस ४।१२०।९६०० या तीन संख्यांनीं पृथक् पृथक् भागून जे भागाकार येतील त्यांची बेरीज केली असतां दिनाद्य होतें.

उपपत्ति.

मागच्या श्लोकामध्यें जें दिनाद्य फल आणलें आहे तें ०।१५।३०।२२।३० ह्या वारादि अंकांस गताब्दांनीं गुणून आणिलें आहे असें दाखविलें. तेंच दिनाद्य या श्लोकात दोन तऱ्हेनें आणिलें आहे.

त्यांतील पहिला प्रकार—

दि. घ. प. वि. प्र.
दिनाद्य = ०।१५।३०।२२।३० × गताब्द

येथें घटिकांस दिवसाचें रूप देऊन

$$\text{दिनाद्य} = \frac{\text{गताब्द}}{४} + \overset{\text{दि. घ. प. वि. प्र.}}{०।०।३०।२२।३०} \times \text{गताब्द}$$

दि. घ. प. वि. प्र.
आतां ०।०।३०।२२।३० =

८४४४३

$$= \frac{\left(\frac{३०}{६०} + २२ \right) \times \frac{१}{६०} + ३०}{६० \times ६०} = \frac{८१}{१६००} \text{ दिवस}$$

$$= \frac{८० + १}{१६००} = \frac{८० + १}{१६० \times ६०}$$

$$= \frac{८० + १}{१६०} \times \frac{१}{६०} = \left(\frac{८०}{१६०} + \frac{}{१६०} \right) \times \frac{१}{६०}$$

$$= \frac{\left(\frac{१}{२} + \frac{१}{१६०} \right)}{६०}$$

ही किंमत वरील दिनाद्यामध्यें ठेवून

$$\text{दिनाद्य} = \frac{\text{गताब्द}}{४} + \frac{\left(\frac{१}{२} + \frac{१}{१६०} \right)}{६०} \times \text{गताब्द}$$

$$\therefore \text{दिना.} = \frac{\text{ग}}{४} + \frac{२ + \frac{\text{ग}}{१६०}}{६०}$$

$$= \frac{\text{ग}}{४} + \frac{\frac{\text{ग}}{२} + \frac{\text{ग}}{८०}}{६०}$$

∴ पूर्वार्धाची इष्टसिद्धि झाली.

आतां दिनाद्य = ०।१५।३०।२२।३० × ग. येथें ०।१५ यास दिवसाचें रूप देऊन $\frac{१}{४}$ येतात, ०।०।३० यांस दिवसाचें रूप देऊन $\frac{१}{१२०}$ येतात. व ०।०।०।२२।३० ह्यांस दिवसाचें रूप देऊन $\frac{१}{१६००}$ येतात. ह्मणून,

$$\text{दिनाद्य} = \left(\frac{१}{४} + \frac{१}{१२०} + \frac{१}{१६००} \right) \text{ग.}$$

$$\therefore \text{दिनाद्य} = \frac{\text{गतवर्षें}}{४} + \frac{\text{ग. व.}}{१२०} + \frac{\text{ग. व.}}{१६००}$$

∴ उत्तरार्धाची इष्टसिद्धि झाली.

खषड्भ्यंशयुक्तानि वर्षाणि वर्षैः
खरामाहतैः संयुतान्यभ्रभूपैः ।
विभक्तानि तान्यत्र लब्धं विशुद्धं
समाभ्यो गताभ्यो भवंति क्षयाहाः ॥ ३ ॥

गतवर्षांस ६० नीं भागून जो भागाकार येईल तो गतवर्षांमध्यें मिळवावा, आणि त्यामध्यें गतवर्षांची ३० पट मिळवून जी बेरीज होईल तिला १६० या संख्येनें भागून जें लब्ध येईल तें गतवर्षांतून वजा केलें असतां क्षयदिवस येतात.

उपपत्ति.

कल्पसौरवर्ष : कल्पक्षयाह : : १ सौरवर्ष

या त्रैराशिकावरून एका सौर वर्षांत ५ क्षय दिवस पुरे होऊन ४८ घ. २२ प. ७ वि. ३० प्र. इतकें अवमशेष रहातें म्हणून या अवमशेषास गतवर्षांनीं गुणिलें असतां इष्ट क्षयाह येतील.

दि. घ. प. वि. प्र.

$\therefore$ ०। ४८ । २२ । ७ । ३० × वर्षे = क्षयाह

(१ − १ + ०।४८।२२।७।३०) वर्षे = क्षयाह

$\therefore$ क्षयाह = (१ − ०।११।३७।५२।३०) वर्षे

$$\therefore \text{क्षयाह} = \left(१ - \frac{०।११।३७।५२।३० \times १६०}{१६०} \right) \text{वर्षे}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \left(१ - \frac{३१ \text{ दिवस } १ \text{ घटिका}}{१६०} \right) \text{वर्षे}.$$

$$\therefore \text{क्ष} = \text{वर्षे} - \frac{३१ \text{ दिवस} + १ \text{ घटिका}}{१६०} \times \text{वर्षे}.$$

$$\therefore \text{क्ष} = \text{वर्षे} - \frac{३० + १ + \frac{१}{६०}}{१६०} \times \text{वर्षे}.$$

$$\therefore \text{क्ष} = \text{वर्षे} - \frac{३० \text{व} + \text{व} + \frac{\text{व}}{६०}}{१६०}$$

$\therefore$ इष्टसिद्धि झाली.

दिनाद्यं त्रिनिघ्नं समाभ्राभ्र वेदां-
शकोनं समात्रिंशदंशेन युग्वा ।
खषष्ठ्यंशहीनाब्दखांगेंदुभागः
खपंचांशहीनाब्दयुग्वा क्षयाहाः ॥ ४ ॥

गतवर्षांतील दिनाद्यास ३ नीं गुणून जो गुणाकार येईल त्यांतून गतवर्षांचा चारशेंवा हिस्सा वजा करून बाकीमध्यें गतवर्षांचा ३० वा हिस्सा मिळविला असतां क्षयाह येतात.

अथवा गतवर्षांतून गतवर्षांचा ६० वा हिस्सा वजा करून बाकीस १६० नीं भागावें. जो भागाकार येईल त्यामध्यें गतवर्षांतून गतवर्षांचा पंचमांश वजा करून जी बाकी राहील तीं मिळविली असतां क्षयाह येतात.

उपपत्ति.

एका वर्षामध्यें दिनाद्य ०।१५।३०।२२।३० इतकें आहे, व एका वर्षामध्यें अवमशेष ०।४८।२२।७।३० इतकें आहे ह्मणून दिनाद्याच्या तिपटीमध्यें १ घटिका ५१ पळें मिळविलीं असतां अवमशेष येतें असें झालें.

$$\therefore \text{दिनाद्य} \times ३ + १ \text{ घ. } ५१ \text{ प.} = ०।४८।२२।७।३० =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{१ \text{ घ. } ५१ \text{ प.} \times १२००}{१२००} =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{३७ \text{ दिवस}}{१२००} =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{३७+३-३}{१२००} =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{४०-३}{१२००} =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{४०}{१२००} - \frac{३}{१२००} =$$

$$\text{दिनाद्य} \times ३ + \frac{१}{३०} - \frac{१}{४००}$$

हें एक वर्षांतील अवमशेष झालें ह्मणून यास गतवर्षांनीं गुणिलें असतां क्षयाह येतील.

$$\therefore \text{दिनाद्य} \times \text{गतवर्षे} \times ३ + \frac{\text{ग. व.}}{३०} - \frac{\text{ग. व.}}{४००} = \text{क्षयाह.}$$

येथें दिनाद्य × गतवर्षे = इष्टदिनाद्य

$$\therefore \text{इष्टदिनाद्य} \times ३ + \frac{\text{ग. व.}}{३०} - \frac{\text{ग. व.}}{४००} = \text{क्षयाह.}$$

∴ पूर्वार्धाची इष्टसिद्धि झाली.

आतां उत्तरार्धाची उपपत्ति देऊ.

०।४८।२२।७।३० हें एका वर्षांतील अवमशेष आहे.

दि. घ. प. वि. प्र.

∴ ० । ४८ । २२ । ७ । ३० × गतवर्षे = क्षयाह.

या समीकरणामध्यें,

$$\text{घ. } ४८ = \frac{४८}{६०} \text{ दिवस} = \frac{४}{५} = १ - \frac{१}{५}$$

ही किंमत आणि

प. वि. प्र.

$$२२ । ७ । ३० = \frac{२२ । ७ । ३० \times १६०}{१६०}$$

$$\frac{\text{५९ घटिका}}{१६०} = \frac{\frac{५९}{६०} \text{ दिवस}}{१६०} =$$

$१ - \frac{१}{६०}$ ही किंमत ठेवून

$$\left(१ - \frac{१}{५} + \frac{१ - \frac{१}{६०}}{१६०} \right) \text{गतवर्षे} = \text{क्षयाह}$$

$$\therefore \text{क्षयाह} = \text{व} - \frac{\text{व}}{५} + \frac{\text{व} - \frac{\text{व}}{६०}}{१६०}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

दिनादिक्षयाहादिदिग्घ्नाब्दयोगः
खरामैर्हृतः स्युः प्रयाताधिमासाः ।
भवेच्छुद्धिसंज्ञं यदत्रावशिष्टं
तदूनं सदूनाहनाड्यादिकेन ॥ ५ ॥

दिनाद्य व क्षयाहाद्य यांच्या बेरजेमध्यें गतवर्षांची १० पट मिळविली असतां जी बेरीज होईल, तिला ३० नीं भागून जें लब्ध येईल ते गताधिमास होतील. व जें शेष राहील त्यांतून क्षयाहांचीं घटी--पलें वजा करून जी बाकी राहील, तिला शुद्धि-संज्ञा देतात.

उपपत्ति.

एका सौरवर्षामध्यें चांद्र दिवस अथवा तिथि ३७१।३।५२।३०।० इतक्या होतात, व चांद्रवर्ष ३६० तिथींचें धरून दरसाल अधिमाससंबंधीं ११।३।५२।३० तिथी सोडतात.

वर्ष   तिथि

∴ १ : ११।३।५२।३० : : गतवर्ष.

या त्रैराशिकावरून

११।३।५२।३० × गतवर्षें = गतवर्षांतील अधिमाससंबंधीं तिथि. यांस ३० नीं भागिलें असतां अधिमास येतील.

$$\therefore \text{अधिमास} = \frac{११।३।५२।३० \times \text{गतवर्षें}}{३०}$$

$$\therefore \text{अधिमास} = \frac{(१० + १।३।५२।३०) \times \text{गतवर्षें}}{३०}$$

आतां १।३।५२।३० =

१।६।५।३०।२२।३० + ०।४८।२२।७।३०

∴ १।३।५२।३० = दिनाद्य + क्षयाहाद्य

ही किंमत अधिमासाबरोबरीच्या पेट्यांत ठेवून.

$$\text{अधिमास} = \frac{(१० + \text{दिनाद्य} + \text{क्षयाहाद्य})\ \text{वर्षें}}{३०}$$

येथें ३० नीं भागून जी शिल्लक राहील तिला अधिशेष म्हणतात. या अधिशेषांतून क्षयाह नाडी वजा करून बाकीस शुद्धिसंज्ञा केलेली आहे. येथें क्षयाह नाडी वजा करण्याचा उद्देश एवढाच आहे कीं, सूर्योदयींचा अहर्गण होण्यास उपयोग व्हावा. नाहीं तर तिथ्यंतींच्या अहर्गणास उपयुक्त होईल.

∴ इष्टसिद्धि झाली.

द्विधाब्दा द्विरामैः खरामैश्चभक्ताः
फलैक्यं शिवघ्नाब्दयुक्तं विभक्तम् ।
खरामैस्तु ते वाधिमासाश्च शेषं
भवेच्छुद्धिरूनाहनाडीविहीनम् ॥ ६ ॥

गतवर्षांस ३२ नीं भागून जो भागाकार येईल, तो गतवर्षांस ३० नीं भागून आलेल्या भागाकारामध्यें मिळवून जी बेरीज होईल, ती गतवर्षांच्या ११ पटींत मिळवावी. आलेल्या बेरजेस ३० नीं भागिलें असतां गताधिमास येतात, व जी शिल्लक राहील तिला अधिमासशेष म्हणतात. व त्या अधिमासशेषांतून क्षयाहघटिकादिक वजा केलें असतां शुद्धि होते.

उपपत्ति.

याच प्रकरणांतलि श्लोक ५ याच्या उपपत्तीमध्यें सिद्ध केलेलें समीकरण घेऊन

$$\text{अधिमास} = \frac{११।३।५२।३० \times \text{गतवर्षे}}{३०}$$

वरील पदाचीं दोन खंडें करून

$$\text{अधिमास} = \frac{(११ + ०।३।५२।३०)\ \text{गतवर्षे}}{३०}$$

$$= \frac{११\ \text{गतवर्षे} + ०।३।५२।३०\ \text{गतवर्षे}}{३०}$$

$$= \frac{११ \times \text{गतवर्षे} + \dfrac{०।३१।५२।३० \times \text{ग. व.} \times ४८०}{४८०}}{३०}$$

$$= \frac{११ \text{ गतवर्षे} + \dfrac{३१ \times \text{गतवर्षे}}{४८०}}{३०}$$

$$= \frac{११ \text{ ग.} + \dfrac{(१५ + १६) \text{ग.}}{४८०}}{३०}$$

$$= \frac{११ \text{ ग.} + \dfrac{१५ \text{ ग}}{४८०} + \dfrac{१६ \text{ ग}}{४८०}}{३०}$$

$$= \frac{११ \text{ ग} + \dfrac{\text{ग}}{३२} + \dfrac{\text{ग}}{३०}}{३०}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

गताब्दाधिमासांतरं द्विघ्नमाढ्यं
क्षयाहैर्गतैः सप्तभक्तावशिष्टम् ।
विशुद्धं च शुद्धेः सवर्षाधिपो वा
भवेत्सप्तभक्तावशिष्टोऽर्कपूर्वः ॥ ७ ॥

गतवर्षे व गताधिमास यांच्या अंतराच्या दुपटीमध्यें या प्रकरणांतील श्लोक ३ व ४ याप्रमाणें काढिलेले क्षयाह मिळवावेत, व जी बेरीज होईल तिला ७ नीं भागून राहिलेली शिल्लक शुद्धींतून वजा केली असतां रव्यादि अब्दप होतो. शुद्धींतून वजा करून जी बाकी राहील ती ७ पेक्षां अधिक असल्यास ७ नीं भागून शेषावरून रव्यादि अब्दाधिपति समजावा.

उपपत्ति.

सौरवर्षांतीं अहर्गणावरून जो वार येतो तो वर्षाधिपति होय. आतां वर्षाचे दिवस ३६० यांस ७ नीं भागिलें असतां शिल्लक ३ उरते; व महिन्याचे दिवस ३० यांस ७ नीं भागिलें असतां २ शेष राहतें. ह्मणून गतवर्षांच्या तिपटीमध्यें गताधिमासाची दुप्पट मिळवून ७ नीं भागून जी शिल्लक राहील, तितकीच शिल्लक चैत्र शुद्ध प्रतिपदेच्या पूर्वींच्या गततिथिसमूहास ७ नीं भागिलें असतां राहील, हें उघड आहे. या शेषावरून असें समजलें कीं, चैत्रादिपर्यंत वारचक्रें जाऊन किती वार शिल्लक राहिले. हे वार शुद्धितिथींमध्यें मिळवून क्षयाह वजा केले असतां सौरवर्षांतापर्यंत दिवस समजतील.

$$\therefore \text{अब्दपति} = \text{शुद्धि} + \frac{\text{गतवर्षें} \times ३ + \text{अधिमास} \times २}{७} - \text{क्षयाह}$$

मागें श्लोक ३१४ मध्यें जे क्षयाह आणावयास सांगितलेले आहेत, त्यामध्यें ऊर्ध्वांक दरसाल ५ हा सोडून दिलेला आहे, तोही हिशेबांत घेतला पाहिजे.

$$\therefore \text{अब्दपति} = \text{शुद्धि} + \frac{३ \text{ गतवर्षें} + २ \text{ अधिमास}}{७}$$

$$- \frac{५ \text{ गतवर्ष}}{७} - \frac{\text{क्षयाह}}{७}$$

येथें ७ नीं भागून जें शेष तें घ्यावयाचें.

$$\therefore \text{अब्दप} = \text{शुद्धि} + \frac{३ \text{ ग} + २ \text{ अ} - ५ \text{ ग} - \text{क्ष}}{७}$$

$$= \text{शुद्धि} + \frac{- २ \text{ ग} + २ \text{ अ} - \text{क्ष}}{७}$$

$$= \text{शुद्धि} - \frac{२ \text{ ग} - २ \text{ अ} + \text{क्ष}}{७}$$

$$= \text{शुद्धि} - \frac{२(ग - अ) + क्ष}{७}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्वधिमासकशेषकनाडीपूर्वमिदं रहितं विहितं सत् ।
आद्यदिनाद्यघटीभिरथैवं स्युःक्षयशेषभवा घटिका वा ॥ ८ ॥

जें अधिमासशेष तिथ्यात्मक असतें त्याच्या ज्या घटिका असतील, त्यांतून या प्रकरणाच्या आरंभीं आणिलेलें दिनाद्याचें घटीफल वजा केलें असतां क्षयशेष घटी येतात.

उपपत्ति.

एका वर्षांतील दिनाद्य घटिकादि १५।३०।२२।३० इतकें आहे, तसेंच एका वर्षांतील क्षयाहाद्य घटिकादि ४८।२२।७।३० इतकें आहे. यांची बेरीज केली असतां अधिमासशेषघटिकादि ३।५२।३० येतें.

∴ दिनाद्यघटी + क्षयाहाद्यघटी = अधिशेष घटी.

∴ क्षयाहशेषघटी = अधिशेषघटी − दिनाद्यघटी.

∴ इष्टसिद्धि झाली.

कल्पजचक्रहतास्तुगताब्दाः कल्पसमाविहृताभगणाद्याः ।
स्युर्ध्रुवकादिनकृद्गणांते पातमृदूच्चचलोच्चखगानाम् ॥ ९ ॥

पात, मंदोच्च, चलोच्च आणि ग्रह ह्यांच्या कल्पभगणांनीं गतवर्षांस गुणून कल्पवर्षांनीं भागिलें असतां सौरवर्षाच्या समाप्तिकालाचे ध्रुवकसंज्ञक भगणादि पात वगैरे होतात.

उपपत्ति.

कल्पवर्षें : कल्पभगण : : गतवर्षें.

$$\therefore \text{भगणादिग्रह} = \frac{\text{कल्पभगण} \times \text{गतवर्षें}}{\text{कल्पवर्षें}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्तु दिनाद्याधिशेषमिनघ्नं स्यात्ध्रुवकस्त्वथवासलवाद्यः ।
कैरविणीवनिताजनभर्तुः पीतचकोरमरीचिचयस्य ॥ १० ॥

तिथ्यादिक जें अधिमासशेष असेल, त्यास १२ नीं गुणिलें असतां चंद्राचा ध्रुवक होतो.

उपपत्ति.

सौरवर्षांतीं रवि शून्य असतो, व त्या वेळीं अधिमासशेषा-इतकी तिथि असते. म्हणून तिथीला १२ नीं गुणिलें असतां रवि व चंद्र यांच्यामधील अंशात्मक अंतर येईल, व रवि शून्य अस-ल्यामुळें अंतराइतकाच चंद्रध्रुवक होईल हें उघड आहे. या-वरून इष्टसिद्धि झाली.

कलेर्गताब्दैरथवादिनाद्यं
पूर्वं यदुक्तं खलुतत्प्रसाध्यम् ।
अब्दाधिपस्तत्रसितादिकःस्यात्
ध्रुवाश्च युक्ताः कलिवत्कखेटैः ॥ ११ ॥

या प्रकरणामध्यें आरंभीं आणावयास सांगितलेलें दिनाद्य हें कलियुगाच्या आरंभापासून जीं गतवर्षें झालीं असतील, त्यां-पासून साधावें. मात्र अब्दाधिपति हा शुक्रवारादि समजावा, व ग्रहांचे ध्रुवक कलियुगाच्या आरंभीं असलेल्या ग्रहांनीं युक्त करावेत.

याची उपपत्ति अति स्पष्ट आहे.

स्वीयनखांशयुताः क्षयनाड्यः क्षेपदिनानि दिवागणसिध्यै ।
चैत्रसितादिगततिथिसंघः शोधितशुद्धिरधस्तु समेतः ॥ १२ ॥
स्वीयकराभ्रतुरंगलवेन क्षेपयुतः कृतषट्काविभक्तः ।
लब्धादिनक्षयवर्जितशेषो रव्युदये द्युगणोऽब्दपतेः स्यात् ॥१३॥

क्षयनाडीला २० नीं भागून आलेलें लब्ध क्षयनाडीमध्यें मिळविलें असतां क्षेप दिवस येतात. या क्षेपदिनांचा उपयोग पुढील अहर्गण करण्याच्या रीतीमध्यें होतो, तो असाः—

चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून ज्या गतातिथि झाल्या असतील, त्यांतून शुद्धि तिथि वजा करून जें शेष राहील त्यास तिथिगण असें नांव देऊन त्या तिथिगणास ७०२ या संख्येनें भागून आलेला भागाकार, तिथिगण आणि वर आणिलेले क्षेप दिवस ह्या तीन रकमांची बेरीज करून तिला ६४नीं भागून जें लब्ध येईल तें तिथिगणांतून वजा केलें असतां सूर्योदयींचा अहर्गण होतो. तो अब्दपतिप्रभृति समजावा.

उपपत्ति.

सौर वर्षांतापासून इष्ट सूर्योदयापर्यंत अहर्गण ह्मणजे सावन-दिवस किती झाले आहेत हें कर्तव्य आहे. कारितां चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून इष्ट दिवसापर्यंत ज्या गतातिथि झाल्या असतील त्यांतून शुद्धि तिथि वजा केल्या असतां रव्यब्दांतापासून गत-तिथि किती झाल्या हें समजेल. यांस तिथिगण संज्ञा देऊं. या तिथिगणांतून क्षय दिवस वजा केले असतां अहर्गण होईल हें उघड आहे.

∴ तिथिगण − क्षयाह = अहर्गण.

आतां या समीकरणांतील क्षयाहाची किंमत काढूं.

कल्पचांद्राह : कल्पक्षयाह : : तिथिगण

या त्रैराशिकावरून

$$\text{क्षयाह} = \frac{\text{कल्पक्षयाह} \times \text{तिथिगण}}{\text{कल्पचांद्रहा}}$$

$$= \frac{२५०८२५५०००० \times \text{तिथिगण}}{१६०२९९९०००००००}$$

यांतील अंशच्छेदांस ६४ नीं गुणून

$$\text{क्षयाह} = \frac{२५०८२५५०००० \times ६४}{१६०२९९९०००००००} \times \frac{\text{तिथिगण}}{६४}$$

येथें संक्षेप देऊन

$$\text{क्षयाह} = \left(१ + \frac{१}{७०२} \right) \frac{\text{तिथिगण}}{६४}$$

$$= \frac{\text{तिथिगण} + \frac{\text{तिथिगण}}{७०२}}{६४}$$

$$\therefore \text{अहर्गण} = \text{तिथिगण} - \frac{\text{तिथिगण} + \frac{\text{तिथिगण}}{७०२}}{६४}$$

हा अहर्गण तिथ्यंत कालचा झाला. यांतून अवमशेष नाडी ह्मणजे क्षयनाडी वजा केल्या असतां सूर्योदयकालचा अहर्गण होईल.

$$\therefore \text{अहर्गण} = \text{ति.} - \frac{\text{ति.} + \frac{\text{ति}}{७०२}}{६४} - \text{क्षयनाडी}$$

$$= \text{ति.} - \left(\frac{\text{ति.} + \frac{\text{ति.}}{७०२} + \frac{\text{क्षयनाडी} \times ६४}{६०}}{६४} \right)$$

येथें क्षयनाडीला तिथींचें रूप येण्याकरितां ६० नीं भागिलें आहे.

$$\therefore \text{अहर्गण} = \text{ति.} - \frac{\text{ति.} + \frac{\text{ति.}}{७०२} + \frac{२१ \text{ क्षयनाडी}}{२०}}{६४}$$

$$\therefore \text{अ.} = \text{ति.} - \frac{\text{ति.} + \frac{\text{ति.}}{७०२} + \text{क्षयनाडी} + \frac{\text{क्षयनाडी}}{२०}}{६४}$$

$$\text{येथें क्षयनाडी} + \frac{\text{क्षयनाडी}}{२०} = \text{क्षेप संज्ञा}$$

$$\therefore \text{अ} = \text{ति.} - \frac{\text{ति.} + \frac{\text{ति.}}{७०२} + \text{क्षेप}}{६४}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यावत्तिथिभ्योऽभ्यधिकात्र शुद्धिः

प्राक्चैत्रतस्तावदहर्गणः स्यात् ।

प्राक्शुद्धिपूर्वेण तथैव खेटाः

प्राग्वर्षजातैर्ध्रुवकैः समेताः ॥ १४ ॥

जोंकालपर्यंत चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून इष्टतिथीपर्यंत ज्या गततिथि असतील त्यांतून शुद्धि वजा जात नाहीं तोंकालपर्यंत मागील वर्षांतील चैत्र शुद्ध प्रतिपदेपासून तिथींची गणना करून पूर्ववर्षांतील शुद्धि, अब्दप व क्षेपदिन यांच्या साहाय्यानें अहर्गण साधावा; व त्या अहर्गणापासून जे ग्रह येतील, ते पूर्ववर्षांतील ध्रुवकांनीं युक्त करावेत.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे कीं, सौरवर्षारंभापासून सौरवर्षांतापर्यंत अहर्गण वाढत जावयाचा आहे. पुढें पुन: अहर्गण पहिल्यापासून सुरू होणार, करितां चैत्र शुद्ध प्रतिपदेच्या पुढें मेषसंक्रांत जितके दिवस असेल तितके दिवस मागील अहर्गणापासूनच ग्रहसाधन केलें पाहिजे, हें उघड आहे.

दिनगणो निजषष्टिलवोनितो

भवति तिग्मरुचिः सलवादिकः ।

गुणगुणात् द्युगणादथ भाजितात्

यमयमैः कलिकादिफलान्वितः ॥ १५ ॥

अहर्गणांतून अहर्गणाचा ६० वा हिस्सा वजा केला असतां

अंशादि फल येतें; व अहर्गणास ३ नीं गुणून २२ नीं भागिलें असतां कलादि फल येतें. या दोन फलांची सजातीय पद्धतीनें बेरीज केली असतां सूर्य अंशादि होतो.

उपपत्ति.

ग्रहाच्या गतीला अहर्गणानें गुणिलें असतां ग्रह होईल हें उघड आहे; व रविगति ५९ कला ८ विकला इतकी आहे.

$$\therefore \text{अंशादि रवि} = \left(\frac{\text{५९ कला}}{\text{६०}} \Big| \frac{\text{८ विकला}}{\text{६०}} \right) \text{अहर्गण}$$

$$\therefore \text{अं. र.} = \frac{\text{५९ अहर्गण}}{\text{६०}} \Big| \frac{\text{८ अहर्गण}}{\text{६०}}$$

$$\therefore \text{अं. र.} = \text{अहर्गण} - \frac{\text{अहर्गण}}{\text{६०}} \Big| \frac{\text{३ अहर्गण}}{\text{२२}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

रविगुणैस्तिथिभिः पृथगुष्णगुर्लवगतः सहितः सहिमद्युतिः ।
स्वनगभागयुतेन दशाहतक्षयदिनोर्वरितेन कलान्वितः ॥ १६ ॥

तिथींला १२ नीं गुणून जें फल येईल, तें अंशादि समजून सूर्यामध्यें मिळवावें, आणि त्यामध्यें अवमशेषाच्या दसपटीस ७ नीं भागून आलेलें लब्ध अवमशेषाच्या दसपटीमध्यें मिळवून तें कलादि समजून मिळविलें असतां चंद्र होतो.

उपपत्ति.

तिथींला १२ नीं गुणिलें असतां रवि व चंद्र यांचें अंशात्मक अंतर समजेल, तें सूर्यामध्यें मिळविलें असतां चंद्र होईल हें उघड आहे. परंतु हा चंद्र तिथ्यंत कालचा होईल. कारण विशिष्ट तिथीला १२ नीं गुणिलें आहे. करितां सूर्योदयींचा चंद्र होण्याकरितां अवमशेषसंबंधीं अंतर मिळविलें पाहिजे, हें उघड आहे. आतां तें अवमशेष सावन असल्यामुळें चांद्र केलें पाहिजे.

$$\begin{matrix} & \text{सावन} & \text{तिथि} & \text{सावन} \\ \therefore & ६३ : & ६४ :: & \dfrac{\text{अवमशेष}}{६४} \end{matrix}$$

या त्रैराशिकावरून अवमशेषसंबंधीं तिथि $= \dfrac{६४ \times \text{अवमशेष}}{६३ \times ६४}$

$\therefore \dfrac{\text{अवमशेष}}{६३}$ यांस १२ नीं गुणिलें असतां अंशात्मक अंतर येईल वे ६० नीं गुणिलें असतां कला होतील. ह्मणून कलात्मक अंतर =

$$\frac{\text{अवमशेष} \times १२ \times ६०}{६३} = \frac{७२० \text{ अ}}{६३} = \frac{८० \text{ अ}}{७} = \frac{८ \text{ अ}}{७} \times १० =$$

$$\left(\text{अ} + \frac{\text{अ}}{७}\right) १० = १० \text{ अ} + \frac{१० \text{अ}}{७}$$

ह्मणन इष्टसिद्धि झाली.

दिनगणार्धमधो गुण[illegible]णं
द्युगणसप्तदशांशविवर्जितम् ।
लवकलादिफलद्वयसंयुतः
क्षितिसुतध्रुवकः क्षितिजो भवेत् ॥ १७ ॥

अहर्गणास २ या संख्येनें भागून अंशादि फल घ्यावें. नंतर त्या फलाची तिप्पट करून ती कलादि समजून पूर्वीच्या अंशादि फलाच्या कलादिकामध्यें मिळवावी. पुढें त्या कलादिकांतून अहर्गणास १७ नीं भागून जें कलादि लब्ध येईल तें वजा करून भौमध्रुवक मिळविला असतां मंगळ होतो.

उपपत्ति.

मंगळाची दिनगति अंशादिक ०।३१।२६।२८ इतकी आहे. यांस अहर्गणानें गुणिलें असतां मंगळ येईल. परंतु हेच अंक आचार्यांनीं अन्य युक्तीनें आणिले आहेत. ती युक्ति अशी—

प्रथमतः अहर्गणाचे अर्धाइतके अंश मानिले असतां प्रतिदिवशीं ० शून्य अंश ३० कला इतके येतात. व याच्या तिपटी १।३० इतक्या कला ०।३० मध्यें मिळविल्या असतां ०।३१।३० इतकें अंशादि फल येतें, परंतु हें फल मंगळाच्या गतीपेक्षां ०।३।३२ इतक्या कलादिकांनीं अधिक झालें. व हें ०।३।३२ फल अहर्गण १ यास १७ नीं भागिलें असतां येतें ह्मणून अहर्गणाचा १७ वा हिस्सा वजा करावयास सांगितलें आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

दिनगणः कृतसंगुणितः पृथक् गुणगुणः खगुणेंदुभिरुद्धृतः।
फलयुतः खलु तेन लवादिना बुधचलं भवति ध्रुवकान्वितं १८

अहर्गणास ४ नीं गुणून आलेलें फल अंशात्मक समजावें. नंतर त्या अंशात्मक फलास ३ नीं गुणून १३० नीं भागावें. जें फल तें अंशादि मानून पूर्वींच्या फलांत मिळवावें व ध्रुवक मिळविला असतां बुध होतो.

उपपत्ति.

बुधाची दिनगति अंशादि ४।५।३२।१८ इतकी आहे. यावरून सहज दिसतें कीं, अहर्गणाची ४ पट केली असतां अंश येतील. आतां बुधाचे कल्पभगण घेऊन त्यांचे अंशांतून कुदिनांची ४ पट वजा करून शेष १४५६५३८३४२४० राहतें.

∴ कल्पकुदिन : कल्पशेषांश
१४५६५३८३४२४० : : अहर्गण

येथें कुदिनें व शेषांश यांस संक्षेप १२१३७८१९५२० या संख्येनें देऊन

$$\frac{१२ \times \text{अहर्गण}}{१३०} = \frac{३ (४\ \text{अहर्गण})}{१३०}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

द्युमणिभिः कुनगैर्द्युगणो हृतो लवकलाः स्वमृणं ध्रुवके गुरुः ।
ऋतुभिरक्षदिनैर्दशसंगुणात् फललवाः स्वमृणं ध्रुवके सितः १९

अहर्गणास १२ नीं भागून अंशादि फल घ्यावें व अहर्गणास ७१ नीं भागून कलादि फल घ्यावें. यांपैकीं अंशादि फल गुरूच्या ध्रुवकामध्यें मिळवावें आणि कलादि फल वजा केलें असतां गुरु होतो. तसेंच अहर्गणाच्या दसपटीस ६ नीं व १५५ नीं भागून पृथक् पृथक् अंशादि फलें घेऊन पहिलें फल ध्रुवकामध्यें मिळवावें व दुसरें फल वजा केलें असतां शुक्र होतो.

उपपत्ति.

गुरूची दिनगति अंशादिक ०।४।५९।९ इतकी आहे. ह्मणून अहर्गणास १२ नीं जर भागून पाहिलें तर ० अंश व ५ कला येतात. हें फल गुरुगतीपेक्षां ०।०।५१ एवढ्यानें जास्त झालें ह्मणून ७१ नीं अहर्गणास भागिलें असतां तेवढें फल घेऊन वजा केलें पाहिजे.

आतां शुक्राची दिनगति अंशादिक १।३६।७।४४ इतकी आहे. ह्मणून अहर्गणाच्या १० पटीस ६ नीं भागिलें असतां १।४०।० येतें, हें गतीपेक्षां ०।३।५२ एवढ्यानें अधिक झालें. करितां तेवढें फल अहर्गणाच्या दसपटीस १५५ नीं भागिलें असतां येतें. तें वजा केलें पाहिजे, हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

द्विघ्नो दिनौघः पृथगक्षभक्तो लिप्ता विलिप्तो ध्रुवके स्वमार्किः ।
दिग्भिर्गजेभैश्च हृतो दिनौघः क्षेप्यो ध्रुवांशेषु भवेद्विधूच्चम् २०

अहर्गणाच्या दुप्पट कला, व त्या दुप्पट कलांस ५ नीं भागून आलेल्या विकला ह्या ध्रुवकामध्यें मिळविल्या असतां शनि होतो.

अहर्गणास १० व ८८ या संख्यांनीं पृथक् पृथक् भागून अंशादि फलें आणून तीं ध्रुवकामध्यें मिळविलीं असतां चंद्रोच्च येतें.

उपपत्ति.

शनीची दिनगति अंशादि ०।२।०।२४ इतकी आहे. ह्मणून अहर्गणाच्या दुप्पट कला घेतल्या व ०।२४ विकला येण्याकरितां त्या दुप्पट कलांस ५ नीं भागावयास सांगितलें आहे.

चंद्रोच्चाची दिनगति अंशादिक ०।६।४० इतकी आहे. ह्मणून अहर्गणास १० व ८८ यांनीं भागून फलें मिळविण्यास सांगितलें. ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

ताडितः खदहनैर्दिनसंघः षट्कषट्कशरहृत्फलमंशाः ।
स्वंध्रुवे कुमुदिनीपतिपातो राहुमाहुरिह केऽपि तमेव ॥ २१ ॥

अहर्गणास ३० या संख्येनें गुणून ५६६ या संख्येनें भागून जें अंशादि फल येईल तें ध्रुवकामध्यें मिळविलें असतां चंद्रपात अथवा राहु होतो.

उपपत्ति.

कल्पकुदिन : कल्पराहुभगण : : अहर्गण
या त्रैराशिकावरून

$$\text{राहु} = \frac{\text{कल्पभगण} \times \text{अहर्गण}}{\text{कुदिनें}}$$

येथें कल्पभगणाच्या राशी करून कुदिनास भागिलें असतां ५६६ येतात ह्मणून अहर्गणास ५६६ नीं भागिलें असतां राश्यादिफल येईल. तें अंशादि करण्याकरितां ३० नीं गुणावयास सांगितलें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

लक्षाहताद्दिनगणाच्छशिषट्क शक्र
दिग्भिर्नगाष्टनगभूतिथिभिः क्रमेण ।
देवाष्टखांकशशिभिश्च रसाग्निवेद
सिद्धैः खखाब्धिदहनाग्रयमेंदुभिश्च ॥ २२ ॥

भूपाब्धिलोचनरसैः खखखाभ्रनंद
नंदाश्विभिर्गगनखाभ्रगजांकनागैः ।
खाभ्राद्रिषड्गजधृतिप्रमितैश्च भक्ता
भागादिकानि हि फलानि रवेः सकाशात् ॥२३॥
विधोः फलं खाश्विगुणं विधेयं
ग्रहध्रुवाः स्वस्वफलैः समेताः ।
ते वा भवंति द्युचराः क्रमेण
भागादिकः स्यात् फलमेव भानुः ॥ २४ ॥

अहर्गणास १००००० लक्षानें गुणून आलेल्या गुणाकारास १०१४६१।१५१७८७।१९०८३३। २४४३६।१२०३४००। ६२४१६।२९९००००।८९८०००।१८८६८०० या संख्यांनीं पृथक् पृथक् क्रमानें भागून अंशादि फलें आणावीं. तीं रव्यादि ग्रहांच्या ध्रुवकामध्यें मिळविलीं असतां रव्यादि ग्रह होतात. फक्त चंद्राचें अंशादि फल २० पट करून चंद्रध्रुवकामध्यें मिळवावें. सूर्याचा ध्रुवक शून्य असल्यामुळें अंशादि फलतुल्य सूर्य असतो.

उपपत्ति.

कल्पकुदिन : कल्पभगण :: अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

$$\text{ग्रह} = \frac{\text{कल्पभगण} \times \text{अहर्गण}}{\text{कुदिन}}$$

$$\therefore \text{अंशादिग्रह} = \frac{\text{भगणांश} \times \text{अहर्गण}}{\text{कुदिनें}}$$

$$\text{येथें } \frac{\text{भगणांश}}{\text{भाज्य}} : \frac{\text{कुदिनें}}{\text{भाजक}} :: १००००० $$

या त्रैराशिकावरून कुदिनांनीं भगणांशांस भागून श्लोकांत दिलेले भाजकांक तयार केलेले आहेत. फक्त चंद्राचा भाजकांक लक्षाच्या २० पटीनें गुणक धरून भाजकांक तयार केला आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

महीमितादहर्गणात् फलानि यानि तत्कलाः ।
भवति मध्यमाः क्रमान्नभः सदांघ्रिभुक्तयः ॥ २५ ॥

एक १ अहर्गण धरून पूर्वोक्त पद्धतीनें जीं फलें येतात. त्यांच्या कला केल्या असतां ग्रहांच्या मध्यम दिनगति येतात.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{कल्पकुदिन}}{\text{१ अहर्गण}} = \frac{\text{कल्पभगण}}{\text{ग्रहदिनगति}}$$

$$\therefore \text{दिनगति} = \frac{\text{एककुदिन} \times \text{कल्पभगण}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

समा गतिस्तु योजनैर्नभः सदां सदा भवेत् ।
कलादिकल्पनावशान्मृदुद्रुता च सा स्मृता ॥ २६ ॥

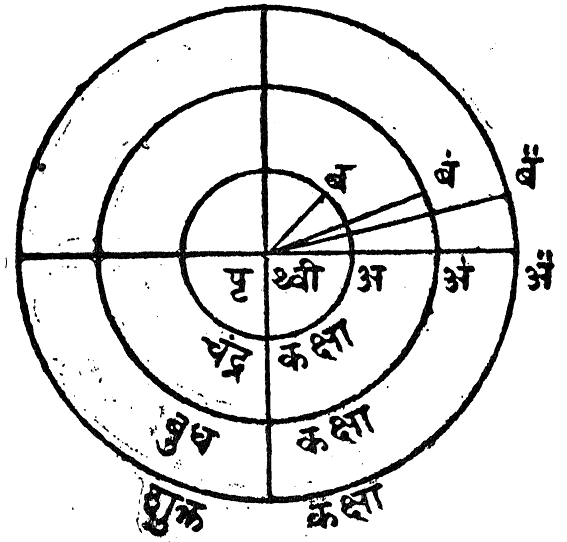
नेहमीं सर्व ग्रहांची योजनात्मक गति ह्मणजे आपापल्या कक्षेंतील योजनात्मक चाल सारखी असते. परंतु अंशकलादिकांच्या कल्पनेमुळें मंद व शीघ्र असे गतीचे भेद होतात.

याची उपपत्ति पुढील श्लोकांत दिली आहे.

कक्षाः सर्वा अपि दिविषदां चक्रलिप्तांकितास्ता
वृत्ते लघ्व्यो लघुनि महति स्युर्महत्यश्च लिप्ताः ।
तस्मादेते शशिजभृगुजादित्यभौमेज्यमंदा
मंदाक्रांता इव शशधराद्भांति यान्तः क्रमेण ॥२७॥

संपूर्ण ग्रहांच्या कक्षा चक्रकलांनीं चिन्हित केलेल्या असतात. यामुळें लघुवृत्ताच्या परिधीवर लिप्ता ह्मणजे कला यांचे विभाग लहान लहान पडतात, व महावृत्ताच्या परिधीवर मोठे मोठे कलाविभाग पडतात, ह्मणून चंद्र, बुध, शुक्र, रवि, मंगळ, गुरु आणि शनि हे क्रमानें एकापेक्षां एक मंदगति आहेत असें वाटतें.

हें खालीं दिलेल्या आकृतीवरून स्पष्ट होईल.



येथें अ, अं आणि अँ या स्थळीं आपापल्या कक्षेमध्यें चंद्र, बुध आणि शुक्र असे आहेत. ते एका दिवसांत योजनात्मक गतीनें ब, बं आणि बँ या स्थळीं आले तेव्हां अब, अंबं, अँबँ, हीं योजनें जरी समान आहेत तथापि अपृब, अंपृबं, अँपृबँ हे कोन लहान मोठे होतात हें उघड आहे.

याप्रमाणें प्रत्यब्दशुद्धिप्रकरणाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

अधिमासादिनिर्णयप्रकरण.

अभीष्टवारार्थमहर्गणश्चेत्
सैको निरेकस्तिथयोऽपि तद्वत् ।
तदाधिमासावमशेषके च
कल्पाधिमासावमयुक्तहीने ॥ १ ॥

तिथीवरून जो सावन अहर्गण आणिला, त्या अहर्गणावरून इष्टतिथीचा वार येत नसल्यास अहर्गणामध्यें १ मिळवावा किंवा अहर्गणांतून १ वजा करावा. याचप्रमाणें तिथीविषयींही समजावें; ह्मणजे तिथीवरून रविचंद्रांचें साधन करावयाचें असल्यास सैक अहर्गणप्रसंगीं तिथीमध्यें १ मिळवावा; व निरेक अहर्गणप्रसंगीं तिथींतून १ वजा करून रविचंद्रांचें साधन करावें. तसेंच, सैकअहर्गणप्रसंगीं आधिमासशेष व अवमशेष हीं क्रमानें अधिमास व क्षयाह यांनीं युक्त करावींत. आणि निरेक अहर्गणप्रसंगीं अधिशेष व अवमशेष यांतून क्रमानें अधिमास व क्षयाह वजा करावेत. नंतर त्यापासून रविचंद्रांचें साधन करावें.

उपपत्ति.

अहर्गणाचा वार हा निश्चित असल्यामुळें स्थूल तिथ्यादिकांवरून आलेल्या अहर्गणापासून इष्ट वार येण्याकरितां सैक (एकानें युक्त) किंवा निरेक (एकानें रहित) अहर्गण करावयास सांगितलें. तेव्हां अहर्गणच जर कमी जास्त झाला तर तिथीही कमी जास्त एकानें होणें साहाजिक आहे. आतां प्रतिदिवशीं आधिमासशेषाची वाढ अधिमासांनीं होते व अवमशेषाची वाढ अवमांनीं होते हें पुढील त्रैराशिकावरून स्पष्ट दिसून येईल.

कल्पकुदिन : कल्पाधिमास : : अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

$$\frac{\text{कल्पाधिमास} \times \text{अहर्गण}}{\text{कल्पकुदिन}} = \text{अधिमास} + \frac{\text{आधिशेष}}{\text{कल्पकुदिन}}$$

आतां अहर्गणाचे जागीं अहर्गण $\pm$ १ ही किंमत ठेविल्यानें

$$\frac{\text{कल्पाधिमास}\ (\text{अ} + १)}{\text{कल्पकुदिनें}} = \frac{\text{कल्पाधिमास} \times \text{अहर्गण}}{\text{कल्पकुदिनें}} \pm$$

$$\frac{\text{कल्पाधिमास}}{\text{कल्पकुदिनें}} = \text{अधिमास} + \frac{\text{अधिशेष}}{\text{कल्पकुदिनें}} + \frac{\text{कल्पाधिमास}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

$$= \text{अधिमास} + \frac{\text{अधिशेष} + \text{कल्पाधिमास}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

तसेंच, कल्पकुदिन : कल्पावम : : अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

$$\frac{\text{कल्पावम} \times \text{अहर्गण}}{\text{कल्पकुदिनें}} = \text{इष्टावम} + \frac{\text{अवमशेष}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

यांत अहर्गणाचे जागीं अहर्गण $\pm$ १ ही किंमत ठेवून

$$\frac{\text{कल्पावम}\ (\text{अहर्गण} + १)}{\text{कल्पकुदिनें}} = \frac{\text{कल्पावम} \times \text{अहर्गण}}{\text{कल्पकुदिन}} +$$

$$\frac{\text{कल्पावम}}{\text{कल्पकुदिनें}} = \text{इष्टावम} + \frac{\text{अवमशेष} \pm \text{कल्पावम}}{\text{कल्पकुदिनें}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

अथैवमेवाल्पदिवागणेपि
सैकं निरंकं च तदावमाद्यम् ।
तथाधिमासस्य तिथीर्गृहीत्वा
लघुर्दिनौघः सुधिया प्रसाध्यः ॥ २ ॥

याचप्रमाणें लघुअहर्गणावरून इष्टवार येत नसल्यास तो येण्याकरितां अहर्गणामध्यें १ मिळवावा किंवा १ वजा. करावा; व असें केलें असतां तिथीही सैक किंवा निरेक कराव्या,

तसेंच अवमशेष सैक किंवा निरेक करावें. आणि लघुअहर्गण साधीत असतां मध्यें आधिमास आल्यास तत्संबंधीं तिथि घेऊन अहर्गण साधावा.

उपपत्ति.

या श्लोकाची उपपत्ति मागील श्लोकाच्या उपपत्तीप्रमाणेंच आहे. फक्त अवमशेष सैक किंवा निरेक करावयाचें कारण खालीं दिलेल्या त्रैराशिकावरून स्पष्ट होईल.

६४ दिवस : १ क्षयाह : : अहर्गण

या त्रैराशिकावरून

$$\frac{\text{अहर्गण} \times १}{६४} = \text{क्षयाह} + \frac{\text{अवमशेष}}{६४}$$

येथें अहर्गणाचे जागीं अहर्गण $\pm$ १ ही किंमत ठेवून

$$\frac{(\text{अहर्गण} \pm १) \times १}{६४} = \frac{\text{अहर्गण} \pm १}{६४} = \text{क्षयाह} + \frac{\text{अवमशेष} \pm १}{६४}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्पष्टोधिमासः पतितोप्यलब्धो
यदा यदा वाऽपतितोपि लब्धः ।
सैकैर्निरेकैः क्रमशोधिमासै-
स्तदा दिनौघः सुधिया प्रसाध्यः ॥ ३ ॥
कृत्वायुतोनं क्रमशोऽधिशेषं
दिनीकृतैः कल्पभवाधिमासैः ।
सैकान् निरेकान्मधुयातमासां-
स्ततः प्रसाध्यौ खलु पुष्पवंतौ ॥ ४ ॥

अहर्गण करीत असतां जो अधिमास येतो तो मध्यममानानें येतो. स्पष्टमानानें जो अधिमास येईल, तो स्पष्टाधिमास होय.

आतां ज्या वेळीं स्पष्टाधिमास येत असून अहर्गणपद्धतीनें तो येत नसल्यास लब्धाधिमासामध्यें १ मिळवून त्यांपासून अहर्गण साधावा. ज्या वेळीं स्पष्टाधिमास येत नसून अहर्गणपद्धतीनें अधिमास येत असल्यास लब्धाधिमासांतून १ वजा करून अहर्गण साधावा. तसेंच रवि व चंद्र यांचें साधन करण्याकरितां अधिमासशेष हें कल्पाधिमासाच्या ३० पटींनीं युक्त किंवा रहित यथासंभव घ्यावें. व चैत्रादि गतमास हे सैक किंवा निरेक यथासंभव घ्यावे.

उपपत्ति.

ग्रह करण्याकरितां अहर्गण पाहिजे. तो अहर्गण बरोबर समजण्याकरितां स्पष्टाधिमासच कळले पाहिजेत. तेव्हां स्पष्टाधिमास येत असून अहर्गणपद्धतीनें तो अधिमास येत नसल्यास स्पष्टाधिमास हिशेबांत घेणें साहजिक आहे. व अहर्गणपद्धतीनें तो येत असून स्पष्ट अधिमास येत नसल्यास तो हिशेबांत न घेणें हेंही साहजिक आहे. व अधिमास शेषाची वाढ प्रत्यहीं कल्पाधिमासाइतकी असते असें या प्रकरणाच्या पहिल्या श्लोकाच्या उपपत्तीमध्यें दाखविलें आहे. तेव्हां स्पष्टाधिमास हिशेबांत घेतल्यामुळें अहर्गण ३० दिवस अंतरित झाला तेव्हां वाढ जी कल्पाधिमासरूप तिची ३० पट अधिशेषांत मिळवून रविचंद्रांचें साधन केलें पाहिजे. तसेंच चैत्रादि गतमाससुद्धां सैक किंवा निरेक यथासंभव करून त्यांपासून अहर्गण साधावा, हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

शुध्द्यागमेत्वपतितोपि स लभ्यते चेत्
शुद्ध्या तदा खदहनैर्युतया दिनौघः ।
एतद्विदंति सुधियः स्वयमेव किंतु
बालावबोधविधये मयका निरुक्तम् ॥ ५ ॥

स्पष्टाधिमास येत नसून शुद्धि आणण्याच्या रीतीनें अधिमास येत असल्यास तो अधिमास हिशेबांत घेऊं नये. फक्त

शुद्धीमध्येंच ३० दिवस मिळवून अहर्गण साधावा. विद्वान् लोकांस ही गोष्ट स्वतःच समजते. परंतु बालांस ह्मणजे अज्ञ लोकांस समजण्याकरितां हें मीं सांगितलें आहे.

उपपत्ति.

अधिमाससंबंधीं लब्धि जर एकानें कमी केली तर शेषामध्यें एक मास अधिक राहील; करितां शुद्धीमध्यें एकमास ह्मणजे ३० दिवस अधिक होतात हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

असंक्रांतिमासोऽधिमासः स्फुटः स्यात्
द्विसंक्रांतिमासः क्षयाख्यः कदाचित् ।
क्षयः कार्तिकादित्रये नान्यतः स्यात्
तदा वर्षमध्येऽधिमासद्वयं च ॥ ६ ॥

ज्या चांद्रमासामध्यें सूर्यसंक्रांति मुळींच होत नाहीं त्यास अधिमास असें ह्मणतात. व ज्या चांद्रमासामध्यें दोन सूर्यसंक्रांति होतात त्यास क्षयमास ह्मणतात. हा क्षयमास क्वचित् येतो; व तो कार्तिक, मार्गशीर्ष व पौष या तीन महिन्यांमध्येंच येतो. अन्य महिन्यांत येत नाहीं. व ज्या वेळीं क्षयमास येतो, त्या वर्षामध्यें दोन अधिक मास येतात.

उपपत्ति.

चांद्रमासाचें मान २९ सावन दिवस ३१ घटिका ५० पळें इतकें आहे. व सौरमासाचें मान ३० दिवस २६ घटिका १७ पळें इतकें आहे. परंतु सूर्याची स्पष्टगति ६१ कला ज्या वेळीं असते तेव्हां २९ दिवस ३० घटिका इतक्या कालानें सूर्य अन्य राशीला जातो. याप्रमाणें स्पष्टमानानें पाहूं गेलें असतां सौरमासाची परम अल्पता २९ दिवस २० घटिका ४० पळें इतकी होते. यामुळें चांद्रमासामध्यें सौरमास पडण्याचा संभव येतो. ह्मणून दोन संक्रांति एका चांद्रमासांत आल्याकारणानें

क्षयमास होतो. व हा कार्तिकादि तीन महिन्यांमध्येंच येणार. कारण ६१ कलागति होण्याचा संभव वृश्चिकादि त्रयराशींमध्यें सूर्य असतां येतो. ज्या वेळीं रविगतीच्या आधिक्यामुळें क्षय-मास होतो, त्याच्यापूर्वी सुमारें तीन महिने व पुढें तीन महिने या सुमारास गति साम्य असल्यामुळें व रविगति अल्प असल्यामुळें दोन अधिक मास येण्याचा संभव येतो.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

गतोऽब्ध्यद्रिनंदैर्मिते शाककाले
तिथीशैर्भविष्यत्यथांगाक्षसूर्यैः ।
गजाद्यग्निभूभिस्तथा प्रायशोयं
कुवेदेंदुवर्षैः क्वचित् गोकुभिश्चं ॥ ७ ॥

शके ९७४ या वर्षी एक क्षयमास होऊन गेला. पुढें शके १११५, शके १२५६ व शके १३७८ या वर्षी क्षयमास येत जाईल. हा क्षयमास सुमारें १४१ व्या वर्षी किंवा १९ व्या वर्षी बहुतकरून येतो.

उपपत्ति.

ज्या वेळीं शुद्धि २१ होते, त्या वेळीं भाद्रपद मास हा अधिमास येऊन कार्तिकादि तीन मासांमध्यें क्षयमास येण्याचा संभव येतो. तेव्हां इतकीच २१ शुद्धि पुनः १४१ वर्षांनीं किंवा १९ वर्षांनीं सुमारें येते. हें १४१ व १९ वर्षांतील शुद्धि आणून पाहिलें असतां स्पष्ट दिसतें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्प्रोक्तं फलकीर्तनाय मुनिभिर्वर्षेऽधिमासद्वयं
तत्प्रब्रूहि कथं कदा कतिषु वा वर्षेषु तत्संभवः ।

एवं प्रश्नविदांवरेण गणकः पृष्टो विजानाति य—

स्तं मन्ये गणकाब्जकुड्मलवनप्रोद्बोधने भास्करम् ॥ ८ ॥

ऋषींनीं फलविचाराकरितां एका वर्षामध्यें दोन अधिमास येतात असें सांगितलें आहे. तरी असे दोन अधिकमास कोणत्या शकामध्यें किंवा किती किती वर्षांनीं येतील हें सांग ? असा विद्वान् लोकांनीं प्रश्न केला असतां जो गणक या प्रश्नाचें उत्तर देईल, त्या गणकास गणकरूपी कमलांच्या कळ्यांनीं युक्त अशा वनास विकसित करणारा सूर्यच समजूं.

या प्रश्नाचें उत्तर मागच्या श्लोकावरून देतां येतें.

याप्रमाणें अधिमासादिनिर्णयप्रकरणाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

मध्यमाधिकार.

प्रोक्तो योजनसंख्यया कुपरिधिः सप्तांगनंदाब्धय-
स्तद्व्यासः कुभुजंगसायकभुवो थ प्रोच्यते योजनम् ।
याम्योदक्पुरयोः पलांतरहतं भूवेष्टनं भांशहृत्
तद्भक्तस्य पुरांतराध्वन इह ज्ञेयं समं योजनम् ॥ १ ॥

योजनात्मक भूपरिधि ४९६७ इतका आहे, व पृथ्वीचा व्यास १५८१ योजनात्मक आहे. या भूपरिधीस एकाच याम्योत्तर वृत्तामध्यें असलेल्या दोन स्थळांच्या अक्षांशांच्या अंतरानें गुणून ३६० नीं भागून जें लब्ध येईल तितके विभाग त्या दोन स्थळांतील मार्गाचे केले असतां त्यांतील प्रत्येक विभाग एकेक योजनाचा होईल. असल्या योजनाच्या मानानें देशांतर संस्कार करावा.

उपपत्ति.

या श्लोकाच्या पूर्वार्धाची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें आहे. तथापि येथें दिक्प्रदर्शन करूं. प्रथमतः एकाच याम्योत्तर वृत्तांतील दोन स्थळांमधील अंतर मोजावें. व त्याच दोन स्थळांतील अक्षांशांचें अंतर करावें.

पुढें, अक्षांशांतर : स्थळांतर : : ३६०

या त्रैराशिकावरून भूपरिधि निघेल, व भूपरिधीवरून व्यासाची किंमत काढतां येईल.

• वरील त्रैराशिक उलट केल्यानें स्थलांतर येईल. तें योजनात्मक आचार्यांनीं सांगितल्यामुळें त्याचे स्थलांतराइतके विभाग केले असतां एका योजनाचें मान सहज समजेल.

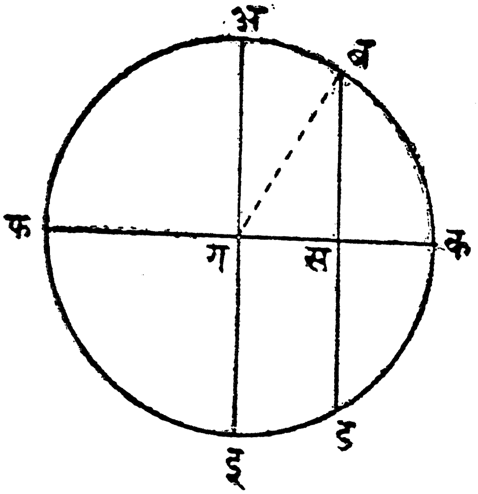
ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

लंबज्यागुणितो भवेत् कुपरिधिः स्पष्टस्त्रिभज्याहृतो
यद्वा द्वादशसंगुणः स विषुवत्कर्णेन भक्तः स्फुटः ।
यल्लंकोज्जयिनीपुरोपरि कुरुक्षेत्रादिदेशान् स्पृशत्
सूत्रं मेरुगतं बुधैर्निगदिता सा मध्यरेखा भुवः ॥ २ ॥

भूपरिधीला लंबज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां स्फुटपरिधि होतो अथवा भूपरिधीला अक्षकर्णानें भागून १२ नीं गुणिलें असतां स्फुट भूपरिधि होतो. लंका, उज्जयिनी या शहरांवरून कुरुक्षेत्रादि स्थळांस स्पर्श करून मेरूपर्यंत गेलेल्या सूत्रास भूमध्यरेखा ह्मणतात.

उपपत्ति.

येथें स्फुटपरिधि शब्दाचा अर्थ असा समजावयाचा कीं, ज्या जागेचा स्फुटपरिधि काढावयाचा असेल त्या जागेंतून विषुववृत्तांशीं समांतर असें एक लघुवृत्त कल्पावें. त्या वृत्ताचा जो परिधि असतो तो स्फुटभूपरिधि होईल.



या आकृतीमध्यें अ ब क ड फ हें ब या स्थळांतून जाणारें याम्योत्तर वृत्त होय. फ आणि क हीं ध्रुवस्थानें, अ ई हें विषुववृत्त आणि ब ड हें लघुवृत्त ब स्थळांतून विषुववृत्ताशीं समांतर

काढिलें आहे, असें समजा. आतां अ ब हे अक्षांश आणि ब क हे लंबांश असल्यामुळें ब स ही लंबज्या झाली.

$$\therefore \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{लंबज्या}} = \frac{\text{भूपरिधि}}{\text{स्फुटपरिधि}}$$

$$\therefore \text{स्फुटपरिधि} = \frac{\text{लंबज्या} \times \text{भूपरिधि}}{\text{त्रिज्या}}$$

यांत $\frac{\text{लंबज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{१२}{\text{अक्षकर्ण}}$

ही किंमत ठेवून.

$$\text{स्फुटपरिधि} = \frac{१२ \times \text{भूपरिधि}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्र रेखांपुरेस्वाक्षतुल्यः पल-
स्तन्निजस्थानमध्यस्थितैर्योजनैः ।
खेटभुक्तिर्हता स्पष्टभूवेष्टने
नोध्दृता प्रागृणं स्वं तु पश्चात् ग्रहे ॥ ३ ॥

स्वस्थानाच्या अक्षांशाइतके अक्षांश ज्याचे आहेत अशा भूमध्यरेखेवरील स्थळापासून स्वस्थळापर्यंत जें योजनात्मक अंतर असेल, त्या योजनात्मक अंतरानें ग्रहगतीला गुणून स्फुट-भूपरिधीनें भागून जें फल येईल, तें स्वस्थान भूमध्यरेखेच्या पूर्वेस असल्यास ग्रहांतून वजा करावें व स्वस्थान भूमध्यरेखे-च्या पश्चिमेस असल्यास ग्रहांत मिळवावें. म्हणजें स्वस्थानचे ग्रह होतात.

उपपत्ति.

भूमध्यरेखेवरील स्थळाच्या उदयकालचे ग्रहावरून स्वस्था-नाच्या उदयकालचे ग्रह करावयाचे आहेत. त्यास स्वस्थान हें भूमध्यरेखेच्या पूर्वेस आहे किंवा पश्चिमेस आहे हें समजलें

पाहिजे. तसेंच भूमध्यरेखेपासून स्वस्थानाचें योजनात्मक अंतर समजलें पाहिजे; ह्मणजे देशांतर योजनें समजलीं पाहिजेत.

नंतर, भूपरिधि : ग्रहगति : : देशांतर योजनें

या त्रैराशिकावरून जें फल येईल तें पूर्व देशांतर असल्यास ग्रहांतून वजा केलें पाहिजे. कारण त्या स्थळाचा उदय अगोदर होणार. पश्चिमेस असल्यास मागाहून होणारा आहे; ह्मणून ग्रहामध्यें तें फळ मिळविलें पाहिजे.

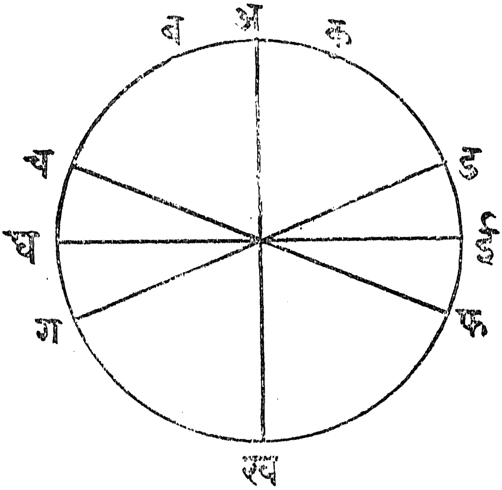
ह्मणून इष्ट सिद्धि झाली.

प्राग्भूविभागे गणितोत्थकाला-
दनंतरं प्रग्रहणं विधोः स्यात् ।
आदौ हि पश्चाद्विवरे तयोर्या
भवंति देशांतरनाडिकास्ताः ॥ ४ ॥
तद्घ्नं स्फुटं षष्टिहृतं कुवृत्तं
भवंति देशांतरयोजनानि ।
घटीगुणा षष्टिहृता द्युभुक्तिः
स्वर्णं ग्रहे चोक्तवदेव कार्यम् ॥ ५ ॥
अर्कोदयादूर्ध्वमधश्च ताभिः
प्राच्यां प्रतीच्यां दिनपप्रवृत्तिः ।
ऊर्ध्वं तथाधश्चरनाडिकाभी
रवावुदग्दक्षिणगोलयाते ॥ ६ ॥

भूमध्यरेखेच्यासंबंधानें गणित करून चंद्रग्रहणाचा जो स्पर्शादि काल येईल, त्या कालानंतर भूमध्यरेखेच्या पूर्व विभागांतील स्थळामध्यें स्पर्शादिक होतील; व भूमध्यरेखेच्या पश्चिम विभागांतील स्थळामध्यें त्या कालाच्या पूर्वीं स्पर्शादिक होतील. तेव्हां ज्या स्थळाचें देशांतर काढावयाचें असेल त्या स्थळीं चंद्रग्रहणाचा स्पर्शकाल पहावा; व भूमध्यरेखेसंबंधीं गणितानें आलेला स्पर्शकाल घेऊन त्या दोन्ही कालांचें अंतर केलें असतां देशांतर नाडिका येतील. त्या देशांतरनाडिकांनीं भूपरिधीस गुणून ६० नीं भागिलें असतां देशांतर योजनें येतील. यावरून

ग्रहास देशांतरसंस्कार मागें सांगितल्याप्रमाणें करावा. किंवा देशांतरनाडिकांनीं ग्रहाच्या दिनगतीस गुणन ६० नीं भागून जें फल येईल तें ग्रहामध्यें यथासंभव धन किंवा ऋण केलें असतां स्वोदयकालचे ग्रह होतील. भूमध्यरेखेच्या पूर्व विभागांतील स्थळामध्यें स्वाय सूर्योदयानंतर देशांतरनाडिका इतक्या कालानें वारप्रवृत्ति होते. व भूमध्यरेखेच्या पश्चिम विभागांतील स्थळामध्यें देशांतरनाडिका इतक्या कालानें स्वीय सूर्योदयाच्या पूर्वीं वार प्रवृत्ति होते. तसेंच रवि उत्तर गोलार्धांमध्यें असतां सूर्योदयानंतर चर नाडिका इतक्या कालानें वारप्रवृत्ति होते. व दक्षिण गोलार्धांमध्यें सूर्य असतां सर्योदयाच्या पूर्वीं चर नाडिका इतक्या कालानें वारप्रवृत्ति होते.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें अ हें स्थळ भमध्यरेखेवर आहे, क हें स्थळ भूमध्यरेखेच्या पूवस, व ब ह स्थळ रेखेच्या पश्चिमेस आहे असें समजा. आतां अस्थळीं चंद्रग्रहण ज्या वेळेस लागेल त्या वेळेनंतर क स्थळीं लागेल. कारण, अ स्थळाच्या घ ई क्षितिजाखालीं क ह्या स्थळाच्या क्षितिजाचा फ हा बिंदु आहे. म्हणून क या स्थळीं अगोदर सूयोदय होऊन मागाहून अ स्थळीं उदय होणार. तसेंच अ स्थळीं चंद्रग्रहण ज्या वेळेस लागेल त्या

वेळेच्या पूर्वी ब स्थळीं ग्रहण लागेल. कारण अ स्थळाच्या क्षितिजाच्या वर ब स्थळाच्या क्षितिजाचा ड हा बिंदु आहे. म्हणून अ ह्या स्थळीं सूर्योदय झाल्यानंतर ब स्थळीं सूर्योदय होणार. ह्मणून अ स्थळाच्या कालापूर्वी ब स्थळीं काल असणार, हें उघड आहे. ह्या ग्रहणकालांतरावरून देशांतरनाडिका समजणें साहजिक आहे.

आतां, ६० घटिका : भूपरिधि : : देशांतरनाडी या त्रैराशिकावरून देशांतरयोजनें $= \frac{\text{भूपरिधि} \times \text{देशांतरनाडी}}{६०}$.

आणि, ६० घटिका : ग्रहगति : : देशांतरनाडी या त्रैराशिकावरून देशांतरसंस्कार $= \frac{\text{ग्रहगति} \times \text{देशांतरनाडी}}{६०}$

आतां लंकाक्षितिजावर सूयादय झाला असतां वारप्रवृत्ति आरंभीं मानिल्यामुळें स्वस्थळीं सूर्योदयाच्या पूर्वी किंवा मागाहून यथासंभव होईल व चराच्या संबंधानेंही वारप्रवृत्ति पुढें मागें होईल, हें उघड आहे. म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

खाभ्रखा कैर्हृताः कल्पयाताः समाः
शेषकं भागहारात् पृथक् पातयेत् ।
यत्तयोरल्पकं तद्द्विशत्याभजेत्
लिप्तिकाद्यं फलं तत्त्रिभिः सायकैः ॥ ७ ॥

पंचभिः पंचभूभिः कराभ्यां हतं
भानुचंद्रेज्यशुक्रेंदुतुंगेष्वृणम् ।
इंदुना दस्रबाणैः कराभ्यां कृतै-
र्भौमसौम्येंदुपातार्किषु स्वं क्रमात् ॥ ८ ॥

कल्पगत वर्षांस १२००० नीं भागून आलेल्या लब्धांतून शेष वजा करून जें अन्यशेष राहील त्या दोन शेषांमध्यें जें अल्प असेल त्यास २०० नीं भागून कलादि फल घ्यावें. त्या

फलास ३, ५, ५, १५, २ या संख्यांनीं पृथक् पृथक् गुणून आलेले गुणाकार क्रमानें रवि, चंद्र, गुरु, शुक्र आणि चंद्रोच्च यांतून वजा करावे, व पूर्वीं आणिलेल्या कलादि फलास १, ५२, २, ४ या संख्यांनीं पृथक् गुणून आलेले गुणाकार क्रमानें मंगळ, बुध, चंद्रपात व शनि यामध्यें मिळवावे म्हणजे बरोबर ग्रह येतात. यास बीजकर्मसंस्कार ह्मणतात. याची प्रत्यक्ष उपलब्धि हीच उपपत्ति होय, दुसरी नाहीं.

यत् ग्राम्यैरपि विस्तृतं बहुतरैः स्तंत्रं प्रकारांतरैः-

मंदानंदकरं तदत्र निपुणैः प्राज्ञैरवज्ञायते ।

आख्याते पृथुता सगोलगणिते व्यर्था हि तस्मान्मया

संक्षिप्तं न च विस्तृतं विरचितं रंज्यो हि सर्वो जनः ॥ ९ ॥

ज्यामध्यें बुद्धिकौशल्य नाहीं अशा पुष्कळ प्रकारांतरांनीं विस्तारास पावलेलें जें शास्त्र असतें तें केवळ मंदबुद्धि लोकांस आनंद देणारें होतें. परंतु निपुण असे विद्वान् लोक तशा विस्तृत शास्त्राचा तिरस्कार करितात. कारण सगोलगणितशास्त्राचें व्याख्यान करीत असतां उगीच प्रकारांतरांनीं विस्तार करणें व्यर्थ आहे. म्हणून मंदबुद्धि लोक व प्राज्ञलोक या उभयतांचेंही रंजन होण्याकरितां ज्यामध्यें अति संक्षेप नाहीं व विस्तारही नाहीं, असें हें शास्त्र मीं रचिलें.

रूपस्थानविभागतो दृढगुणच्छिद्भ्यां च संचारतो

नानाच्छेदविभेदभिन्नगुणकैर्नानाप्रकारेष्वपि ।

आद्याद्यत्र विचित्रभंगिभिरभिप्रेतप्रसिद्ध्यै क्रिया

लघ्वी वाथसमा तदेव सुधिया कार्यं प्रकारांतरम् ॥ १० ॥

केवलसंख्याविभाग, स्थानविभाग, दृढगुण, दृढभाजक, विविध छेदविभाग, भिन्न भिन्न गुणक इत्यादि नाना प्रकारच्या कल्पनांनीं अभीष्ट सिद्धीकरितां जरी बहुत प्रकार होत असले, तरी विद्वान् लोकांनीं आपल्या ग्रंथामध्यें प्रकारांतर सांगणें झाल्यास, तें प्रकारांतर अशा प्रकारचें पाहिजे कीं, पूर्वाचार्यांनीं जी रीति सांगितली आहे तीमध्यें जितकी क्रिया आहे त्या क्रियेपेक्षां लघुक्रिया ज्यामध्यें आहे, असें प्रकारांतर असावें

निदान तत्क्रियासम असें सांगावें. विस्तृत क्रियात्मक प्रकारांतर करूं नये.

जर पूर्वाचार्यांच्या रीतींतील क्रियेपेक्षां विस्तृत क्रियेचें प्रकारांतर स्वकीय ग्रंथामध्यें सांगितलें, तर विद्यार्थि लोक असें ह्मणतील कीं, ह्या रीतीपेक्षां पूर्वींचीच रीति चांगली आहे. थोडक्यांत गणित होतें आणि असें झाल्यामुळें स्वकीयग्रंथ मागें पडेल. करितां निरर्थक बहु विस्ताराचीं प्रकारांतरें करून ग्रंथ वाढविणें चांगलें नाहीं हें उघड आहे.

याप्रमाणें मध्यमाधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

स्पष्टाधिकार वासना.

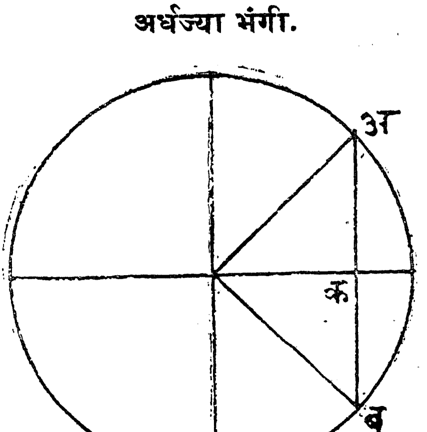
यात्राविवाहोत्सवजातकादौ
खेटैः स्फुटैरेव फलस्फुटत्वम् ।
स्यात् प्रोच्यते तेन नभश्चराणां
स्फुटक्रिया दृग्गणितैक्यकृद्या ॥ १ ॥

यात्रा, विवाह, उत्सव, जातक इत्यादि स्थळीं स्पष्ट ग्रहांच्या विचारावरूनच सर्व फलें बरोबर येतात. ह्मणून गणितानें दृग्गोचर होणारी अशी ग्रहसंबंधीं स्पष्ट क्रिया येथें सांगतों.

अर्धज्याग्रे खेचरो मध्यसूत्रात्
तिर्यक् संस्थो जायते येन तेन ।
अर्धज्याभिः कर्म सर्वं ग्रहाणां
अर्धज्यैव ज्याभिधानात्र वेद्या ॥ २ ॥

कोणताही ग्रह मध्यसूत्रापासून तिर्यक् असून अर्धज्येच्या अग्रावर असतो. ह्मणून ग्रहांची सर्व स्फुटक्रिया अर्धज्येच्या साहाय्यानें केली पाहिजे. येथें ज्या शब्द जेथें येईल त्या ठिकाणीं अर्धज्या, असा अर्थ समजावयाचा आहे.

अर्धज्या भंगी.



येथें अ ब = पूर्णज्या

अ क = अर्धज्या

ह्या अर्धज्येस भुजज्याही ह्मणतात.

तत्वाश्विनो नंदसमुद्रवेदाश्चंद्राद्रिषट्का गगनांकनागाः ।
पंचाभ्ररुद्रास्तिथिविश्वतुल्याः आद्यैर्निरुक्ता नखबाणचंद्राः॥ ३ ॥

नंदावनीशैलभुवो दिगंकचंद्रा हुताशग्रहपूर्णदस्राः ।
तुरंगषट्काकृतयः कुराम सिद्धाः शराष्टेषु यमाः क्रमेण ॥ ४ ॥

गजाश्विभान्यंकशराष्टदस्रास्तुरंगसप्तग्रहलोचनानि ।
अंभोधिकुंभ्यभ्रगुणास्तुरंगशैलेंदुरामा रसभूतदंताः ॥ ५ ॥

कुदंतलोका द्वितुरंगदेवा गोभ्राब्धिलोकाः कुगुणाब्धिरामाः ।
भुजंगलोकाब्धिगुणाः क्रमज्या अथोत्क्रमज्या मुनयोंकदस्राः ६

रसर्तवो भूधरभूमिचंद्रा व्यष्टेंदवो भूरसलोचनानि ।
कृतेषु रामाः शशिषड्वेदा नंदाद्रिबाणा गगनेंदुशैलाः ॥ ७ ॥

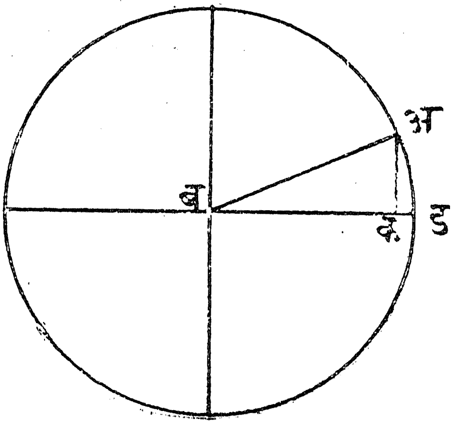
गुणेषुनागा नगखाभ्रचंद्राः कुशैलरुद्राः शरवेदविश्वे ।
भुजंगनेत्रेषुभुवो नवेंदु सप्तेंदवोथो धृतिनंदचंद्राः ॥ ८ ॥

त्रिसूर्यनेत्राण्यमरत्रिदस्रा वस्वब्धितत्वानि नगर्तुभानि ।
गोष्टांकदस्रा दहनेंदुदंता नागाग्निवेदाज्यभुजौस्त्रिभज्या ॥ ९ ॥

स्याद्व्यासखंडं खलु खंडकानि
प्रोक्तानि जीवा विवराणि तज्ज्ञैः ।

वर दिलेल्या श्लोकांमध्यें क्रमज्या व उत्क्रमज्या ३४३८ त्रिज्या धरून दिलेल्या आहेत त्या खालीं दिलेल्या कोष्टकावरून स्पष्ट दिसून येतील. येथें आचार्यांनीं ९० अंशांमध्यें २४ खंडें करून त्या प्रत्येक खंडाची ह्मणजे ३$\frac{३}{४}$ अंशांच्या भुजज्या व उत्क्रमज्या दिलेल्या आहेत.

क्रमज्योत्क्रमज्या भंगी.



येथें अ ब क हा कोन २३¾ अंशांचा आहे, असें समजून

अ क = क्रमज्या किंवा भुजज्या

क ड = **उत्क्रमज्या**

क्रमज्योत्क्रमज्या कोष्ठक.

नंबर	अंश	क्रमज्या	अंतर	उत्क्र-मज्या	अंतर
१	३।।।	२२५	२२४	७	२२
२	७।।	४४९	२२२	२९	३७
३	११।	६७१	२१९	६६	५१
४	१५	८९०	२१५	११७	६५
५	१८।।।	११०५	२१०	१८२	७९
६	२२।।	१३१५	२०५	२६१	८३

क्रमज्योत्क्रमज्या कोष्टक.

नंबर	अंश	क्रमज्या	अंतर	उत्क्रमज्या	अंतर
७	२६।	१५२०	१९९	३५४	१०७
८	३०	१७१९	१९१	४६१	११८
९	३३।।।	१९१०	१८३	५७१	१३१
१०	३७।।	२०९३	१७४	७१०	१४३
११	४१।	२२६७	१६४	८५३	१५४
१२	४५	२४३१	१५४	१००७	१६४
१३	४८।।।	२५८५	१४३	११७१	१७४
१४	५२।।	२७२८	१३१	१३४५	१८३
१५	५६।	२८५९	११८	१५२८	१९१
१६	६०	२९७७	१०७	१७१९	१९९
१७	६३।।।	३०८४	९३	१९१८	२०५
१८	६७।।	३१७७	७९	२१२३	२१०
१९	७१।	३२५६	६५	२३३३	२१५
२०	७५	३३२१	५१	२५४८	२१९
२१	७८।।।	३३७२	३७	२७६७	२२२
२२	८२।।	३४०९	२२	२९८९	२२४
२३	८६।	३४३१	७	३२१३	२२५
२४	९०	३४३८	०	३४३८	०

वरील कोष्टकांत दिलेल्या अंतरास खंडें असें ह्मणतात.

या श्लोकांची उपपत्ति गोलाध्यायांतील ज्योत्पत्ति प्रकरणामध्यें दिली आहे. ती पहा:

तत्वाश्विभक्ता असवः कला वा
तल्लब्धसंख्या गतशिंजिनी सा ॥ १० ॥
यातैष्यजीवांतरशेषघातात्
तत्वाश्विलब्ध्या सहितेप्सिता स्यात् ॥

या श्लोकामध्यें मागें दिलेल्या क्रमज्योत्क्रमज्या कोष्टकावरून इष्ट क्रमज्या किंवा उत्क्रमज्या काढण्याची रीत दिली आहे ती अशी:--

इष्ट असु किंवा कला ह्यांस २२५ ह्या संख्येनें भागून जो भागाकार येईल तत्संख्याक नंबर कोष्टकांत पहावा, नंतर त्या नंबरासमोर क्रमज्या किंवा उत्क्रमज्या किती आहे ती घ्यावी, ही " गतज्या " होईल. पुढें कलांस २२५ नीं भागून जें शेष राहील त्यास वरील नंबरासमोरच्या कोष्टकांत दिलेल्या अंतरानें गुणून २२५ नीं भागून जें लब्ध येईल, तें " गतज्ये"मध्यें मिळविलें असतां इष्ट क्रमज्या किंवा उत्क्रमज्या होते. जसें, ७६ अंशांची भुजज्या काढूं.

७६ × ६० = ४५६० कला झाल्या, ह्यांस २२५ ह्यांनीं भागून भागाकार २० आला ह्मणून कोष्टकांत नंबर २० च्या समोर भुजज्या ३३२१ आहे ही गतज्या झाली. व कला ४५६० ह्यांस २२५ नीं भागून शेष ६० राहिले यांस २० नंबरच्या समोर दिलेल्या ५१ अंतरानें गुणून ३०६० यांस २२५ नीं भागून लब्ध १३ आलें. हें पूर्वीच्या ३३२१ गतज्ये-मध्यें मिळवून ३३३४ ही ७६ अंशांची भुजज्या झाली. ह्याच-प्रमाणें उत्क्रमज्याही काढाव्या.

श्लोकांत असु असें म्हटलें आहे तें बरोबर नाहीं; कारण तें कालमान आहे.

उपपत्ति.

भुजज्येचें कोष्टक तयार करतांना ३¾ अंश म्हणजे २२५ कला इतक्या अंतरांच्या भुजज्यांचें साधन आचार्यांनीं केलें आहे म्हणून कलांस २२५ नीं भागण्यास सांगितलें आहे. व

$\frac{\text{कला}}{२२५}$: कोष्टकांतलें अंतर : : शेष म्हणजे इष्टांतर कला

$$\therefore \frac{\text{शेष} \times \text{अंतर}}{२२५} = \text{अंतरितज्या}$$

$$\therefore \text{अंतरितज्या} + \text{गतज्या} = \text{इष्टज्या}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

ज्यां प्रोझ्य तत्वाश्विहतावशेषं
यातैष्यजीवाविवरण भक्तम् ॥
जीवा विशुद्धा यतमात्रतद्घ्ने-
स्तत्वाश्विभिस्तत्सहितं धनुः स्यात् ॥ ११ ॥

या श्लोकामध्यें भुजज्येवरून चाप (धनु) आणण्याची रीति दिली आहे ती अशीः—

इष्टभुजज्येंतून कोष्टकांतील ज्या नंबरची भुजज्या वजा जात असेल ती वजा करून जी शिल्लक राहील, तिला २२५ ह्या संख्येनें गुणून आलेल्या गुणाकारास, ज्या नंबरची भुजज्या वजा केली असेल त्या नंबरच्या समोरच्या कोष्टकांत दिलेल्या अंतरानें भागून जें लब्ध येईल तें निराळें मांडून ठेवावें. नंतर ज्या नंबरची भुजज्या वजा केली असेल त्या नंबरच्या संख्येनें २२५ स गुणून आलेल्या गुणाकारामध्यें पूर्वीं निराळें मांडून ठेविलेलें लब्ध मिळवावें म्हणजे इष्ट भुजज्येच्या चापकला होतात. ह्यांस ६० नीं भागिलें असतां अंश येतील.

उदाहरण—३१०५ भुजज्या किती अंशांची आहे हें काढूं.

३१०५ ह्यांतून कोष्टकांतील १७ नंबरची भुजज्या ३०८४ वजा करून शेष २१ राहिलें. यांस २२५ नीं गुणून ४७२५ यांस १७ नंबरच्या समोरील ९३ अंतरानें भागून लब्ध ५० आलें.

आतां २२५ स नंबर संख्या १७ हिनें गुणून ३८२५ यांत पूर्वींचें लब्ध ५० मिळवून ३८७५ ह्या चापकला झाल्या. यांस ६० नीं भागून ६४ आले व शेष ३५ राहिले म्हणून ३१०५ ही भुजज्या ६४ अंश व ३५ कला ह्यांची आहे असें झालें.

ह्या रीतीची उपपत्ति मागील श्लोकाच्या उलट आहे. व ती अति स्पष्ट असल्यामुळें येथें देत नाहीं.

अश्वांकविश्वेत्र जिनांशजीवा यद्वा सुखार्थं लघुखंडकैर्ज्या ।
रूपाश्विनो विंशति रंकचंद्रा अत्यष्टितिथ्यर्कनवेषुदस्राः ॥१२॥

३४३८ त्रिज्येनें २४ अंशांची भुजज्या १३९७ असते.

आतां येथें सोपेपणाकरितां १२० त्रिज्या धरून १०।१० अंशांच्या भुजज्या दिल्या आहेत त्या खालीं दिलेल्या कोष्टकावरून समजतील.

लघुभुजज्याकोष्टक.

नंबर	अंश	भुजज्या	अंतर
१	१०	२१	२०
२	२०	४१	१९
	३०	६०	१७
४	४०	७७	१५
५	५०	९२	१२
६	६०	१०४	९
७	७०	११३	५
८	८०	११८	२
९	९०	१२०	०

श्लोकामध्यें २१ । २० । १९ । १७ । १५ । १२ । ९ । ५ । २ हीं भुजज्यांचीं अंतरें मात्र दिलीं आहेत, त्यावरून पुढील श्लोकांत दिलेल्या रीतीनें भुजज्या काढितां येतात. या अंतरांस लघु खंडें असें ह्मणतात.

उपपत्ति.

मागें ३४३८ त्रिज्येचें कोष्टक दिलें आहे त्यावरून प्रथमतः १० । २० । ३० । इत्यादि अंशांच्या भुजज्या काढाव्या. नंतर

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{३४३८} : \text{भुजज्या} :: \frac{\text{त्रिज्या}}{१२०}$$

या त्रैराशिकानें सर्व भुजज्या येतील, त्यांचीं अंतरें केलीं ह्मणजे श्लोकांत दिलेलीं खंडें येतात.

ज्याखंडकान्यंशमितेर्दशाप्तं स्युर्यातखंडान्यथ भोग्यनिघ्नाः ।
शेषांशकाः खंडहृता यदाप्तं तद्यातखंडैक्ययुतं लघुज्या ॥१३॥

या श्लोकांत भुजज्या काढण्याची रीति दिली आहे ती अशीः— इष्ट अंशांस १० नीं भागून जें लब्ध येईल, तत्संख्याक खंडाची बेरीज क्रमानें पहिल्यापासून करावी. नंतर इष्ट अंशांस १० नीं भागून जी शिल्लक राहील तिला भोग्य खंडानें ह्मणजे ज्या खंडापर्यंत बेरीज केली त्याच्या पुढच्या खंडानें गुणावें. आणि आलेल्या गुणाकारास १० नीं भागून जें लब्ध येईल तें पूर्वी केलेल्या खंडाच्या बेरजेमध्यें मिळवावें ह्मणजे इष्ट अंशाची भुजज्या होते. जसें, ७७ अंशांची भुजज्या लघुखंडांनीं ह्मणजे २१।२०।१९।१७।१५।१२।९।५।२ या खंडांनीं काढूं.

प्रथम ७७ स १० नीं भागून ७ आले म्हणून २१+२०+१९+१७+१५+१२+९ या सात खंडांची बेरीज ११३ झाली. व इष्ट अंश ७७ स १० नीं भागून शिल्लक ७ च राहिली, हिला भोग्यखंड ५ ह्यांनीं गुणून ३५ आले. यास १० नीं भागून लब्ध ३ हें वर आलेल्या बेरजे ११३ मध्यें मिळवून ११६ ही इष्ट भुजज्या झाली. ह्याची उपपत्ति मागील पद्धतीप्रमाणें स्पष्ट आहे.

जिनांशजीवांककृता विपाद्राः
स्यादुत्क्रमज्यात्र विलोमखंडैः ॥ १४ ॥

विशोध्य खंडानि दशघ्नशेषा-
दशुद्धलब्धं धनुरंशकाद्यम् ।
विशुद्धसंख्याहतदिग्युतं स्यात्
भोग्यात् स्फुटात् ज्यातिपरिस्फुटात्र ॥ १५ ॥

लघु खंडांनीं २४ अंशांची भुजज्या ४८३/४ इतकी असते. वर दिलेलीं जीं भुजज्येचीं लघु खंडें तीं उलट क्रमानें ह्मणजे २।५।९।१२।१५।१७।१९।२०।२१ अशीं कल्पून मागें दिलेल्या रीतीप्रमाणें भुजज्या काढली असतां उत्क्रमज्या होते; आतां लघु खंडावरून चाप आणण्याची रीति देऊं. इष्ट भुजज्येमध्यें लघु-खंडें क्रमानें पहिल्यापासून जितकीं वजा जातील तितकीं वजा करून जें शेष राहील त्यास १० नीं गुणावें, जो गुणाकार येईल त्यास अशुद्ध खंडानें ह्मणजे वजा न गेलेल्या खंडानें भागून जें लब्ध येईल तें निराळें मांडून ठेवावें आणि जितकीं खंडें वजा गेलीं असतील तितक्या खंडसंख्येनें १० यास गुणून जो गुणाकार येईल त्यामध्यें पूर्वीं निराळें मांडून ठेविलेलें लब्ध मिळवावें म्हणजे इष्ट चाप होतें. जसें, ९८ या इष्ट भुजज्येचे अंश काढूं.

प्रथम इष्ट भुजज्या ९८ यांतून २१।२०।१९।१७।१५ हीं पांच खंडें वजा करून बाकी ६ राहिली, हिला १० नीं गुणून ६० यांस अशुद्ध खंडानें ह्मणजे वजा न गेलेल्या खंडानें म्हणजे १२ नीं भागून लब्ध ५ आलें व इष्ट भुजज्येंतून वजा गेलेल्या खंडांची संख्या ५ हिला १० नीं गुणून ५० यांत वर आण-लेलें लब्ध ५ मिळवून ५५ हें इष्ट चाप झालें. ही जी लघु-खंडांनीं भुजज्या येते, ती फार स्थूल येते. करितां ती स्फुटभोग्य-खंडावरून केली असतां स्फुट भुजज्या होते. स्फुटभोग्यखंड आणण्याची रीति पुढच्या श्लोकांत दिली आहे.

ह्या श्लोकाची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

यातैष्ययोः खंडकयोर्विशेषः
शेषांशनिघ्नो नखहृत्तदूनम् ।
युतं गतैष्यैक्यदलं स्फुटं स्यात्
क्रमोत्क्रमज्याकरणेऽत्र भोग्यम् ॥ १६ ॥

गतखंड व एष्यखंड या दोघांचे अंतरास शेषांशांनीं गुणून २० नीं भागावें, जें फल येईल, तें क्रमज्या आणावयाची असल्यास गत-खंड व एष्यखंड यांच्या बेरजेच्या अर्धांतून वजा केलें असतां स्फुटभोग्यखंड होतें; व उत्क्रमज्या आणावयाची असल्यास गत व एष्य या खंडांच्या बेरजेमध्यें तें फल मिळविलें असतां स्फुट-भोग्यखंड होतें.

उपपत्ति.

दोन खंडांच्या संधीमध्यें खंड किती असावें याचा विचार केला असतां गत व एष्य या दोन खंडांच्या बेरजेच्या अर्धा-इतकें खंड मध्यम प्रमाणानें असलें पाहिजे हें योग्य आहे; व भोग्य खंड हें भोग्यांतस्थानीं असणारें आहे. म्हणून मध्यंतरीं त्रैराशिक केलें पाहिजे. त्यास जर १० अंशांमध्यें गत व एष्य या खंडांच्या अंतरार्धाइतका फरक असतो तर शेषांशामध्यें किती ?

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्ट फरक} = \frac{\text{शेषांश} \times \text{अंतर}}{१० \times २}$$

हा फरक मध्यप्रमाणानें आणिलेल्या संधिखंडामध्यें युक्त किंवा रहित यथासंभव केला असतां स्फुट भोग्य खंड होईल, हें उघड आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

विशोध्य खंडान्यवशेषकार्ध-
निघ्नं गतैष्यांतरमेष्यभक्तम् ।

फलोनयुग्येयगतैक्य खंडं
चापार्थमेवं स्फुटभोग्यखंडम् ॥ १७ ॥

ज्याचें धनु करावयाचें असेल त्यांतून प्रथम खंडापासून जितकीं खंडें वजा जातील तितकीं वजा करून जी शिल्लक राहील, तिच्या अर्धानें गत व एष्य खंडांच्या अंतरास गुणून एष्य खंडानें भागावें, जें भागून फल येईल तें, क्रमधनुकर्तव्य असल्यास गत व एष्य ह्या खंडांच्या बेरजेच्या अर्धांतून वजा करावें व उत्क्रमधनुकर्तव्य असल्यास मिळवावें. ह्मणजे धनुकरितां स्फुटभोग्यखंड होतें. याची उपपत्ति मागच्या श्लोकाच्या उपपत्तीच्या पद्धतीवरून सहज कळण्यासारखी स्पष्ट आहे.

मृदूच्चेन हीनो ग्रहो मंदकेंद्रं
चलोच्चं ग्रहोनं भवेच्छीघ्रकेंद्रम् ।
तुलाजादिकेंद्रे फलं स्वर्णमेवं
मृदुज्ञेयमस्माद्विलोमं च शीघ्रम् ॥ १८ ॥

त्रिभिर्भैः पदं तानि चत्वारि चक्रे
क्रमात्स्यादयुग्युग्मसंज्ञा च तेषाम् ।
अयुग्मे पदे यातमेष्यं तु युग्मे
भुजो बाहुहीनं त्रिभं कोटिरुक्ता ॥ १९ ॥

ये दोः कोटयोः स्तः क्रमज्ये तदूने
त्रिज्ये ते वा कोटिदोरुत्क्रमज्ये ।
ये दोः कोटयोरुत्क्रमज्ये तदूने
त्रिज्ये ते वा कोटिदोष्णोः क्रमज्ये ॥ २० ॥

दोः कोटिज्यावर्गहीनौ त्रिभज्या
वर्गौ मूले वा तयोः कोटिदोर्ज्ये ।
एवं द्युज्याक्रांतिजीवे मिथः स्तो
दृग्ज्याशंकू यच्छ्रुतिर्वा त्रिभज्या ॥ २१ ॥

ग्रहांतून मंदोच्च वजा केले असतां मंदकेंद्र होतें. शीघ्रोच्चांतून ग्रह वजा केला असतां शीघ्रकेंद्र होतें. तुलादिकेंद्र असतां मंद-

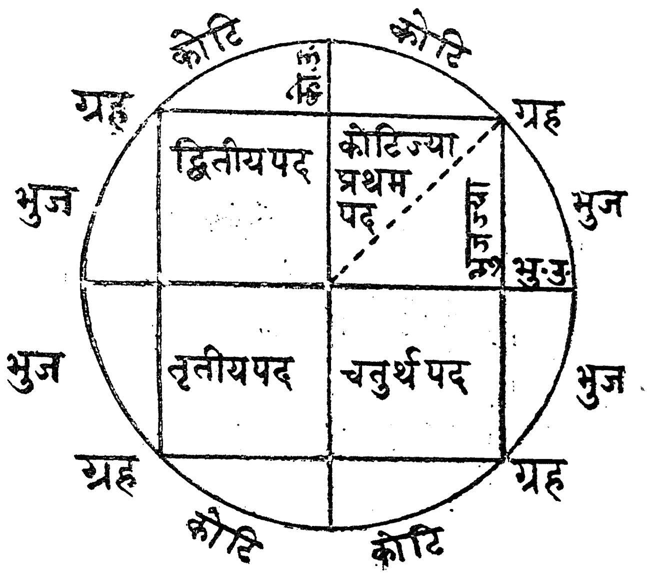
फल धन असतें. मेषादिकेंद्र असतां मंदफल ऋण असतें. येथें आदि शब्दानें सहा राशी घ्याव्या. तसेंच, मेषादिपदक्रामध्यें केंद्र असतां शीघ्रफल धन असतें व तुलादिपदक्रामध्यें केंद्र असतां शीघ्रफल ऋण असतें.

तीन तीन राशींचें एकेक पद होतें. अशीं वर्तुलामध्यें चार पदें असतात. त्यांतील पहिलें व तिसरें पद यांस विषम पद ह्मणतात. व दुसरें व चवथें पद यांस सम पद ह्मणतात. विषम-पदामध्यें यात भुज व सम पदामध्यें एष्य भुज असतो. (ह्मणजे ग्रह तीन राशींचे आंत असल्यास तोच भुज, तीन राशींपेक्षां अधिक असल्यास ग्रह सहा राशींत वज करून भुज होतो. सहा राशींपेक्षां अधिक असल्यास ग्रहांतून सहा राशी वजा करून भुज होतो, व नऊ राशीं-पेक्षां अधिक असल्यास तो बारा राशींत वजा केला असतां भुज होतो.) तीन राशींतून भुज वजा केला असतां शेषास कोटि ह्मणतात.

त्रिज्येंतून भुजाची क्रमज्या वजा केली असतां कोटीची उत्क्र-मज्या होते. त्रिज्येंतून कोटीची क्रमज्या वजा केली असतां भुजाची उत्क्रमज्या होते. त्रिज्येंतून भुजाची उत्क्रमज्या वजा केली असतां कोटीची क्रमज्या होते. त्रिज्येंतून कोटीची उत्क्र-मज्या वजा केली असतां भुजाची क्रमज्या होते.

त्रिज्यावर्गांतून भुजज्येचा वर्ग वजा करून शेषाचें वर्गमूळ काढिलें असतां कोटिज्या होते. व त्रिज्यावर्गांतून कोटिज्येचा वर्ग वजा करून वर्गमूळ काढिलें असतां भुजज्येची किंमत येते. याच पद्धतीनें त्रिज्या कर्ण ज्या क्षेत्रामध्यें आहे अशा क्षेत्रांतील भुजज्या व कोटिज्या–जसें द्युज्या, क्रांतिज्या, दृग्ज्या, शंकु इत्यादि यांच्या किंमती आणाव्या.

यांची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें स्पष्ट आहे. तथापि आकृति देऊं.



यावरून स्पष्ट समजेल.

मंदोच्चनीचपरिधिस्त्रिलवोनशक्र-
भागा रवेर्जिनकलोनरदा हिमांशोः ।
खाश्वा भुजंगदहना अमरा भवाश्च
पूर्णेषवो निगदिताः क्षितिजादिकानाम् ॥ २३ ॥

कोष्टकरूपानें अर्थ देऊं.

मंदपरिधि कोष्टक.

ग्रह	रवि	चंद्र	मंगळ	बुध	गुरु	शुक्र	शनि
अंश	१३	३१	७०	३८	३३	११	५०
कला	४०	३६	०	०	०	०	०

उपपत्ति.

वेधानें ग्रहाचें जें परमफल उत्पन्न होतें त्याच्या भुजज्येस परम मंदफलज्या किंवा अंत्यफलज्या ह्मणतात. त्या अंत्यफलज्या एवढ्या त्रिज्येनें जें वर्तुळ मंदफलाच्या भंगीमध्यें काढितात त्यास नीचोच्चवृत्त ह्मणतात. त्याचा परिधि त्रैराशिकानें काढूं.

त्रिज्या : ३६० : : अंत्यफलज्या

यावरून कोष्टकांत दिलेले अंक उत्पन्न होतात.
ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

एषां चलाः कृतजिनास्त्रिलवेन हीना
दंतेंद्वो वसुरसा वसुबाणदस्राः ।
पूर्णाब्धयोऽथ भृगुजस्य तु मंदकेंद्र-
दोः शिंजिनी द्विगुणिता त्रिगुणेन भक्ता ॥ २३ ॥

लब्धेन मंदपरिधी रहितः स्फुटः स्यात्
तच्छीघ्रकेंद्रभुजमौर्व्यथ बाणनिघ्नी ।
त्रिज्योद्धृताशुपरिधिः फलयुक् स्फुटः स्या-
द्भौमाशुकेंद्रपदयग्येगताल्पजीवा ॥ २४ ॥

त्र्यंशोनशैलगुणितार्धयुतस्य राशे-
र्मौर्व्योद्धृताप्तलवहीनयुतं मृदूच्चम् ।
भौमस्य कर्किमकरादि गते स्वकेंद्रे
लब्धांशकैर्विरहितः परिधिस्तु शैघ्र्यः ॥ २५ ॥

मंगळाच्या शीघ्र परिधीचे भाग २४३।४०, बुधाचे १३२, गुरूचे ६८, शुक्राचे २५८ आणि शनीचे ४० याप्रमाणें शीघ्र परिधीचे भाग आहेत.

शुक्राच्या मंदकेंद्राच्या भुजज्येस २ नीं गुणून ३४३८ नीं भागून जें फल येईल, तें मागें सांगितलेल्या शुक्राच्या मंदपरिधि भागांतून वजा केलें असतां शुक्राचे मंदपरिधि भाग स्फुट होतात. तसेंच, शुक्राच्या शीघ्र केंद्राच्या भुजज्येस ५ नीं गुणून

स्पष्टाधिकार वासना.

२४३८ नीं भागून जें फल येईल, तें मागें सांगितलेल्या शुक्राच्या शीघ्रपरिधि भागामध्यें मिळविलें असतां शुक्राचे शीघ्रपरिधि भाग स्फुट होतात.

भौमाचें प्रथम शीघ्र केंद्र करून त्याची भुजज्या व कोटिज्या आणून त्यामध्यें जी अल्प असेल तिला ६ अंश ४० कला ह्यांनीं गुणून ४५ अंशांच्या भुजज्येनें ह्मणजे २४३१ नीं भागून जें फल येईल, तें कर्कादि केंद्र असल्यास भौमाच्या मंदोच्चांतून वजा करावें व मकरादि केंद्र असल्यास मंदोच्चामध्यें मिळवावें. ह्मणजे भौमाचें गणितानें आलेलें मंदोच्च स्फुट होतें. तेंच फल मागें सांगितलेल्या शीघ्रपरिधींतून वजा केलें असतां भौमाचा शीघ्रपरिधि स्फुट होतो.

उपपत्ति.

ग्रहाच्या परमशीघ्रफलांवरून अंत्यफलज्या काढितां येते, व मागें काढून दाखविलेल्या मंदपरिधिभागाप्रमाणें त्रैराशिकानें शीघ्रपरिधि भाग निघतील, हें उघड आहे.

आतां शुक्राच्या परिधिभागाविषयीं स्फुटता करण्यास सांगितली आहे, त्याविषयीं विचार करूं.

शुक्राचे मंदपरिधि भाग ११ आहेत असें सांगितलें; ते समपदांतीं समजावेत. व विषमपदांतीं ९ वेधानें दिसतात. तेव्हां मध्यंतरीं त्रैराशिक केलें पाहिजे हें उघड आहे. विषमपदांतापासून समपदांतापर्यंत परिधीमध्यें अंतर २ अंशांचें आहे.

$$\therefore \frac{\text{त्रिज्यातुल्यमंदकेंद्र-}}{\text{दोर्ज्या}} : \frac{\text{परिध्यंतरांश}}{२} :: \text{इष्टदोर्ज्या}$$

$$\therefore \text{इष्टांतर} = \frac{२ \times \text{दोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

परिधि कमी कमी होत असल्यामुळें हें इष्टांतर वजा करण्यास सांगितलें आहे. तसेंच, शुक्राचे शीघ्रपरिधि भाग २५८

सांगितले आहेत ते युग्मपदांतीं होत. व विषमपदांतीं २६२ अंश होतात. ह्मणून ५ अंशांचें अंतर पडतें.

∴ त्रिज्यातुल्यशीघ्र-केंद्रदोर्ज्या : परिध्यंतरांश ५ : : इष्टदोर्ज्या

$$\text{इष्टांतरांश} = \frac{५ \times \text{इष्टदोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

हे अंतर परिधि वाढत असल्यामुळें मिळवावयास सांगितलें आहे.

आतां भौमाचा मंदोच्च हा सर्व शीघ्र केंद्राच्या पदसंधीमध्यें समान असतो ह्मणजे गणितानें जो येतो तो बरोबर असतो. फक्त पद मध्यामध्यें म्हणजे ४५ अंशांच्या स्थळीं मकरादि केंद्र असतां ६ अंश ४० कला एवढ्यानें अधिक असतो. व कर्कादि केंद्र असतां ६ । ४० एवढ्यांनीं कमी होतो. असें प्रत्यक्ष अनुभवानें दिसतें.

∴ ४५ अंशज्या : अंतर ६।४० : : इष्टदोर्ज्या

या त्रैराशिकानें जें फल येईल तें यथासंभव धन ऋण केलें पाहिजे. ह्मणून इष्टसिद्धि झाली. येथें परिधि भाग कमी जास्त होतात हें जें मानिलें आहे त्याचें कारण प्रत्यक्ष उपलब्धि हेंच आहे.

स्वेनाहते परिधिना भुजकोटिजीवे
भांशैर्हृते च भुजकोटिफलाह्वये स्तः ।
त्रिज्योद्धृते च यदिवांत्यफलज्यकाघ्न्यौ
त्रिज्योद्धृतं फलमिहांत्यफलस्य जीवा ॥ २६ ॥

त्रिज्यावृत्तावरील केंद्रभुजज्या व केंद्रकोटिज्या यांस स्वपरिधिभागांनीं गुणून ३६० नीं भागिलें असतां क्रमानें भुजफल व कोटिफल हीं होतात. अथवा त्रिज्यावृत्तावरील केंद्रभुजज्या व केंद्रकोटिज्या यांस पृथक् अंत्यफलज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां क्रमानें भुजफल व कोटिफल हीं होतात.

त्रिज्येला स्वपरिधि भागांनीं गुणून ३६० नीं भागिलें असतां अंत्यफलज्या येते.

उपपत्ति.

नीचोच्च वृत्तांतील केंद्रभुजज्या व केंद्रकोटिज्या यांस भुजफल व कोटिफल अशीं क्रमानें नांवें दिलीं आहेत. तीं काढूं.

$$\frac{३६०}{\text{स्वपरिधिभाग}} = \frac{\text{प्रतिमंडलस्थकेंद्रभुजज्या}}{\text{भुजफल}}$$

तसेंच, $$\frac{३६०}{\text{स्वपरिधिभाग}} = \frac{\text{प्रतिमंडलस्थकेंद्रकोटिज्या}}{\text{कोटिफल}}$$

या दोन समीकरणांवरून

$$\text{भुजफल} = \frac{\text{परिधिभाग} \times \text{केंद्रभुजज्या}}{३६०}$$

$$\text{कोटिफल} = \frac{\text{परिधिभाग} \times \text{केंद्रकोटिज्या}}{३६०}$$

अथवा, $$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{अंत्यफलज्या}} = \frac{३६०}{\text{स्वपरिधिभाग}}$$

ही किंमत वरील समीकरणांत ठेवून

$$\text{भुजफल} = \frac{\text{अंत्यफलज्या} \times \text{केंद्रभुजज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

व $$\text{कोटिफल} = \frac{\text{अंत्यफलज्या} \times \text{केंद्रकोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\text{अंत्यफलज्या} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{स्वपरिधिभाग}}{३६०}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्वकोटिजीवांत्यफलज्ययोर्यो
योगो मृगादावथ कर्कटादौ ।

केंद्रांतरं तद्भुजजीवयोर्यत्
वर्गैक्यमूल कथितः सकर्णः ॥ २७ ॥

त्रिज्या तथा कोटिफलेन युक्ता
हीना च तद्दोः फलवर्गयोगात् ।
मूलं श्रुतिर्वांत्यफलत्रिमोर्व्यो-
र्वर्गैक्यराशेश्च तथा युतोनात् ॥ २८ ॥

त्रिभज्यया कोटिफलद्विनिघ्न्या ।
कोटिज्यया वांत्यफलद्विनिघ्न्या
मूलं श्रुतिर्वा मृदुदोः फलस्य
चापं बुधा मंदफलं वदंति ॥ २९ ॥

मकरादि केंद्र असतां केंद्रकोटिज्येमध्यें अंत्यफलज्या मिळवून जी बेरीज होईल, ती व केंद्रभुजज्या यांच्या वर्गांच्या बेरजेचें वर्गमूळ काढिलें असतां कर्ण होतो. आणि कर्कादि केंद्र असतां केंद्रकोटिज्या व अंत्यफलज्या यांचें अंतर करून तें व केंद्रभुजज्या यांच्या वर्गांच्या बेरजेचें वर्गमूळ काढिलें असतां कर्ण होतो.

अथवा मृगादि केंद्र असतां त्रिज्या व कोटिफल यांच्या बेरजेच्या वर्गांत भुजफलाचा वर्ग मिळवून त्याचें वर्गमूळ काढिलें असतां कर्ण होतो. आणि कर्कादि केंद्र असतां त्रिज्या व कोटिफल यांच्या अंतराच्या वर्गांत भुजफलाचा वर्ग मिळवून मूळ काढिलें असतां कर्ण होतो.

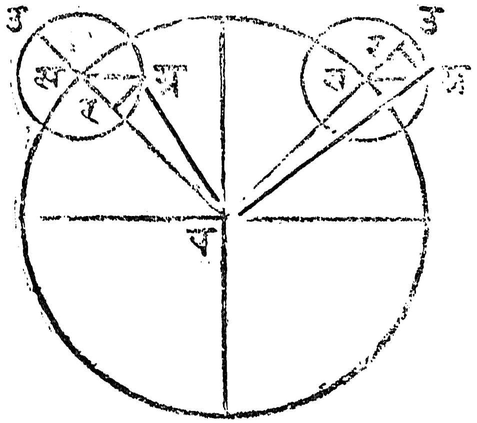
अथवा मकरादि केंद्र असतां त्रिज्यावर्ग व अंत्यफलज्या वर्ग यांच्या बेरजेंत त्रिज्या व कोटिफल यांच्या गुणाकाराची दुप्पट मिळविली असतां कर्ण होतो. आणि कर्कादि केंद्र असतां त्रिज्यावर्ग व अंत्यफलज्यावर्ग यांच्या बेरजेंतून त्रिज्या व कोटिफल यांच्या गुणाकाराची दुप्पट वजा केली असतां कर्ण होतो.

अथवा मकरादि केंद्र असतां त्रिज्यावर्ग व अंत्यफलज्यावर्ग यांच्या बेरजेंत केंद्रकोटिज्या व अंत्यफलज्या ह्यांच्या गुणाकाराची दुप्पट मिळविली असतां कर्ण होतो आणि कर्कादि

केंद्र असतां त्रिज्यावर्ग व अंत्यफलज्यावर्ग यांच्या बेरजेंतून केंद्रकोटिज्या व अंत्यफलज्या यांच्या गुणाकाराची दुप्पट वजा केली असतां कर्ण होतो.

मंदभुजफलाचें चाप केलें असतां मंदफल होतें.

उपपत्ति.



ही नीचोच्च वृत्त भंगी काढलेली आहे. येथें उ हें उच्चस्थान, ग्र हें नीचोच्च वृत्तांतील ग्रह स्थान आहे. म्हणून स र हें कोटिफल व र ग्र हें भुजफल झालें. यावरून प ग्र हा कर्ण काढावयाचा आहे.

$(\text{प स} \pm \text{स र})^2 + \text{र ग्र}^2 = \text{प ग्र}^2$

$\therefore \text{प ग्र} = \sqrt{(\text{प स} \pm \text{स र})^2 + \text{र ग्र}^2}$

$\therefore \text{कर्ण} = \sqrt{(\text{त्रिज्या} \pm \text{कोटिफल})^2 + \text{भुजफल}^2} \ldots (१)$

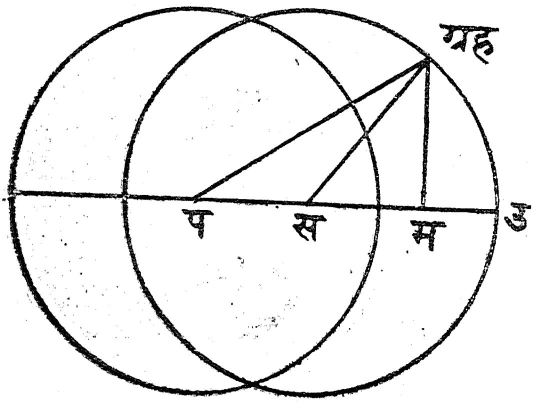
$\therefore \text{कर्ण} = \sqrt{\text{त्रि.}^2 + \text{को.}^2 \pm २\ \text{त्रि. को.} + \text{भुजफल}^2}$

यांत $\text{कोटिफल}^2 + \text{भुजफल}^2 = \text{अंत्यफलज्या}^2$

कारण, स र ग्र हा काटकोन त्रिकोण असून स ग्र ही अंत्यफलज्या आहे.

$\therefore \text{कर्ण} = \sqrt{\text{त्रि.}^2 + \text{अंत्यफलज्या}^2 \pm २\ \text{त्रिज्या} \times \text{को}} \ldots (२)$

यांतील व वरील समीकरणामध्यें + हें चिन्ह मकरादि केंद्र असतां समजावें. व − हें चिन्ह कर्कादि केंद्र असतां समजावें.



या प्रतिमंडल भंगीमध्यें उ ग्र हें केंद्र, ग्रहापासून म पर्यंत केंद्रभुजज्या, स म केंद्र कोटिज्या, प स ही अंत्य फलज्या, व प ग्र हा कर्ण आहे.

$$\text{कर्ण}^2 = (\text{केंद्रकोटिज्या} \pm \text{अंत्यफलज्या})^2 + \text{कें. भु.}^2$$

$$\therefore \text{कर्ण} = \sqrt{(\text{को.} \pm \text{अं.})^2 + \text{केंद्र भुजज्या}^2} \ldots (३)$$

$$= \sqrt{\text{को.}^2 + \text{अं.}^2 \pm २\ \text{को.} \times \text{अं.} + \text{भु.}^2}$$

यांत $\text{को.}^2 + \text{भु.}^2 = \text{त्रिज्या}^2$ ठेवून

$$\text{कर्ण} = \sqrt{\text{त्रि.}^2 + \text{अं.}^2 \pm २\ \text{को.} \times \text{अं.}} \ldots\ldots (४)$$

यांतील + चिन्ह मृगादि केंद्रीं व − चिन्ह कर्कादि केंद्रीं समजावें.

∴ समीकरण (१), (२), (३) व (४) यावरून इष्टसिद्धि झाली.

ये केंद्रदोर्ज्ये लघुखंडकोत्थे
क्रमाद्रवींद्वोर्नखसंगुणे ते।
भक्ते त्रिखेशैर्मुनिसप्तवेदै-
र्यद्वा तयोर्मंदफले लवाद्ये ॥ ३० ॥

रवीची केंद्रदोर्ज्या लघुखंडांवरून आणून तिला २० नीं गुणून ११०३ या संख्येनें भागिलें असतां रवीचें मंदफल

अंशादि येतें. तसेंच चंद्राची केंद्र दोर्ज्या लघुखंडांवरून आणून तिला २० नीं गुणून ४७७ या संख्येनें भागिलें असतां चंद्राचें अंशादि मंदफल होतें.

उपपत्ति.

रवीचें परम मंदफल २ अंश १० कला ३० विकला इतकें आहे.

$$\text{त्रिज्या} : \text{तुल्य रवि केंद्र दोर्ज्या} :: २।१०।३० : \text{इष्टकेंद्र दोर्ज्या}$$

$$\therefore \text{रविमंदफल} = \frac{\text{इष्टकेंद्र दोर्ज्या} \times २।१०।३०}{\text{त्रिज्या}}$$

येथें त्रिज्या १२० धरून

$$\text{र. मं. फ.} = \frac{\text{केंद्र दोर्ज्या} \times २।१०।३०}{१२०}$$

$$\text{र. मं. फ.} = \frac{\text{कें. दो.} \times \frac{८७}{४०} \times \frac{८००}{८७}}{१२० \times \frac{८००}{८७}}$$

$$\therefore \text{र. मं. फ.} = \frac{\text{कें. दो.} \times २०}{११०३}$$

तसेंच, चंद्राचें परम मंदफल ५।२।८ इतकें अंशादि आहे.

$$\therefore \text{त्रिज्या} : ५।२।८ :: \text{इष्टकेंद्रदोर्ज्या}$$

$$\therefore \text{चंद्रमंदफल} = \frac{५।२।८ \times \text{केंद्रदोर्ज्या}}{१२०}$$

$$\therefore \text{चं. मं. फ.} = \frac{\text{केंद्रदोर्ज्या} \times २०}{४७७}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

तत्कोटिजीवा कृतबाणभक्ता
रवेर्विधोर्वेदहताद्रिभक्ता ।
लब्धाः कलाः कर्किमृगादिकेंद्रे
गतेः फलं तत् क्रमशो धनर्णम् ॥ ३१ ॥

१२० त्रिज्येच्या मानानें रवीच्या मंदकेंद्राची कोटिज्या घेऊन तिला ५४ नीं भागिलें असतां रवीचें कलात्मक गतिफल होतें. तसेंच, १२० त्रिज्येच्या मानानें चंद्राच्या मंदकेंद्राची कोटिज्या घेऊन तिला ४ नीं गुणून ७ नीं भागिलें असतां चंद्राचें कलात्मक गतिफल होतें. तें गतिफल कर्कादि केंद्र असतां धन व मकरादि केंद्र असतां ऋण समजावें. हा गतिफलाचा संस्कार मध्यम गतीला केला असतां स्पष्टगति होते.

उपपत्ति.

या प्रकरणांतील श्लोक ३७ वरून रवीचें परम गतिफल २।१४ व चंद्राचें परम गतिफल ६८।४८ येतें.

आतां ग्रहाच्या मंदफलाचा अभाव ज्या ठिकाणीं होतो, तेथें हें गतिफल परम असतें व जेथें मंदफल परम असतें तेथें गतिफलाचा अभाव असतो. म्हणून हें गतिफल केंद्राच्या कोटिज्येच्या प्रमाणांत आहे असें झालें.

∴ त्रिज्यातुल्य कोटिज्या १२० : परमरविगति फल २।१४ : : इष्टकेंद्र कोटिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{रविगतिफल} = \frac{\text{२।१४} \times \text{कें. कोटिज्या}}{\text{१२०}}$$

संक्षेप देऊन

$$\text{र. ग. फ} = \frac{\text{केंद्रकोटिज्या}}{\text{५४ सुमारें}}$$

तसेंच १२० : परमचंद्र गतिफल :: केंद्रकोटिज्या
६८।४८

या त्रैराशिकावरून

$$\text{चंद्रगतिफल} = \frac{६८।५८ \times \text{केंद्रकोटिज्या}}{१२०}$$

$$\therefore \text{ चं. ग. फ.} = \frac{४ \times \text{केंद्रकोटिज्या}}{७}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

द्राक्केंद्रोः फलात् संगुणितात् त्रिमौर्व्या
घातात् भुजज्यात्यफलज्ययोर्वा ।
कर्णोद्धृतात् यत् सममेव लब्धं
तत् कार्मुकं शीघ्रफलं ग्रहाणाम् ॥ ३२ ॥

शीघ्रभुजफलास त्रिज्येनें गुणून कर्णानें भागिलें असतां जें फल येईल त्याचें चाप करावें ह्मणजे ग्रहाचें शीघ्रफल येतें. अथवा शीघ्रकेंद्र भुजज्या व अंत्यफलज्या यांच्या गुणाकारास भागून जें फल येईल त्याचें धनु केलें असतां ग्रहाचें शीघ्रफल होतें.

उपपत्ति.

कर्ण : भुजफल : : त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{शीघ्रफल} = \text{भुजफल} \times \text{त्रिज्या} \div \text{कर्ण}$$

$$\text{यांत भुजफल} = \frac{\text{भुजज्या} \times \text{अंत्यफलज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ही किंमत ठेवून

$$\text{शीघ्रफल} = \frac{\text{भुजज्या} \times \text{अंत्यफलज्या}}{\text{कर्ण}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

त्रिज्याहता कर्णहृता भुजज्या
तच्चापबाह्वोर्विवरं फलं वा ।
ज्ञेयोऽत्र बाहुः प्रतिमंडलस्य
चापेन शीघ्रांत्यफलज्यकायाः ॥ ३३ ॥
त्रिभं युतोनोनयुतं पदानि
दोस्तेषु यातैष्यमयुग्मयुग्मे ।

शीघ्रकेंद्राच्या भुजज्येस त्रिज्येनें गुणून कर्णानें भागिलें असतां जें फल येईल, त्याचें चाप करावें. नंतर तें धनु व प्रतिमंडलगत बाहु यांचें अंतर केलें असतां ग्रहाचें शीघ्रफल येतें. येथें प्रतिमंडलगत बाहु आणण्याकरितां पदें भिन्न तऱ्हेनें समजलीं पाहिजेत. तीं अशीं, शीघ्रांत्यफलज्येच्या चापानें युत, ऊन, ऊन आणि युत असें राशित्रय केलें असतां चारी पदें होतात. त्यांतील विषम पदामध्यें यातभुज व युग्मपदामध्यें एष्यभुज समजावा. जसें बुधाचें परमशीघ्र फल अंशादि २१।३१।४३ इतकें आहे. तेव्हां बुधाचीं प्रतिमंडलगत पदें खालीं दिल्याप्रमाणें होतातः--

प्रथमपद.	द्वितीयपद.	तृतीयपद.	चतुर्थपद.
३	२	२	३
२१	८	८	२१
३१	२८	२८	३१
४३	१७	१७	४३

उपपत्ति.

कर्ण व उच्च रेषा यांच्यामधील अंतर जर कर्णाग्रीं भुजज्यातुल्य असतें, तर त्रिज्याग्रीं किती ? या त्रैराशिकानें स्फुटग्रह व उच्च रेषा यांच्यामधील भुजज्यारूप अंतर निघेल. त्याचें धनु करून तें व प्रतिमंडलगत बाहु यांचें अंतर केलें असतां शीघ्रफल येईल येथें प्रतिमंडलगत बाहु येण्याचें कारण असें आहे कीं, प्रतिमंडलाच्या विषमपदांतापर्यंत फलाची वाढ असते. पुढें कमी कमी फल होत जातें.

ह्मणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

स्यात् संस्कृतो मंदफलेन मध्यो
मंदस्फुटोऽस्माच्चलकेंद्रपूर्वम् ॥ ३४ ॥

विधाय शैघ्र्येण फलेन चैवं
खेटः स्फुटः स्यादसकृत्फलाभ्याम् ।
दलीकृताभ्यां प्रथमं फलाभ्यां
ततोऽखिलाभ्यामसकृत् कुजस्तु ॥ ३५ ॥
स्फुटौ रवींदू मृदुनैव वेद्यौ
शीघ्राख्यतुंगस्य तयोरभावात् ।

प्रथमतः ग्रहाचें मंदफल आणून तो संस्कार मध्यग्रहास केला असतां मंदस्पष्टग्रह होतो. त्या मंदस्पष्टग्रहापासून शीघ्रकेंद्रादि करून शीघ्रफल आणावें. त्या शीघ्रफलाचा संस्कार मंदस्पष्टास केला असतां स्फुटग्रह येतो त्या स्फुटग्रहापासून पुनः मंदफलादि पूर्वोक्त क्रिया करावी. याप्रमाणें अंतर नाहींसें होईपर्यंत क्रिया केली असतां अतिसूक्ष्म स्पष्टग्रह येतो. फक्त मंगळास पहिल्या दोन फलांचा संस्कार करणें तो ती फलें अर्धीं करून करावा. मागाहून संपूर्ण फलांचा संस्कार करावा म्हणजे स्पष्ट मंगल होतो. रवि आणि चंद्र हे दोघे केवळ मंदफलानें संस्कृत केले असतां स्पष्ट होतात. कारण त्यांना शीघ्रोच्च नाहीं.

याची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें " शीघ्रनीचोच्चवृत्तस्य मध्यस्थितिं " इत्यादि श्लोकांत दिली आहे. मंगळास जो विशेष सांगितला आहे, त्याची उपपत्ति केवळ उपलब्धि हीच आहे.

दिनांतरस्पष्टखगांतरं स्यात्
गतिः स्फुटा तत्समयांतराले ॥ ३६ ॥

कोटीफलघ्नी मृदुकेंद्रभुक्ति-
स्त्रिज्योध्दृता कर्किमृगादिकेंद्रे ।
तया युतोना ग्रहमध्यभुक्ति-
स्तात्कालिकी मंदपरिस्फुटा स्यात् ॥ ३७ ॥

समीपतिथ्यंतसमीपचालनं
विधोस्तु तत्कालजयैव युज्यते ।
सुदूरसंचालनमाद्यया यतः
प्रतिक्षणं सा न समा महत्वतः ॥ ३८ ॥

कोणत्याही दिवशीं सूर्योदयाचा स्पष्टग्रह करून त्याच्या दुसऱ्या दिवशीं पुनः सूर्योदयीं तोच स्पष्टग्रह करावा. त्या दोन स्पष्टग्रहांमध्यें जें अंतर होईल ती त्या दिवसाची स्पष्टगति समजावी. त्यांत पहिल्या दिवशींच्या स्पष्ट ग्रहापेक्षां दुसऱ्या दिवशींचा स्पष्टग्रह कमी असल्यास ती वक्रगति समजावी. वास्तविक ही गति स्थूल होय. ह्मणून तात्कालिक स्पष्टगति आणण्याची रीति देऊं. मंदकेंद्राच्या गतीस कोटिफलानें गुणून त्रिज्येनें भागून जें लब्ध येईल, ते कर्कादि केंद्र असतां ग्रहाच्या मध्यम गतीला मिळवावें. व मकरादि केंद्र असतां तें मध्यम गतींतून वजा करावें. ह्मणजे तात्कालिक मंद स्पष्टगति होते. तात्कालिक स्पष्टगतींचें कारण विशेषेंकरून चंद्रास पडतें. तें असें:—ज्या वेळचा चंद्र असेल त्या वेळेच्या जवळ गत किंवा गम्य तिथ्यंत असल्यास तात्कालिक गतीनें तिथिसाधन करणें योग्य आहे. तसेंच, चालनानें जवळचा चंद्र करणें झाल्यास तात्कालिक गतीवरून केला पाहिजे. आणि तिथ्यंत दूर असल्यास किंवा दूरचा चंद्र करणें झाल्यास पहिल्या स्थूल गतीनेंच केला पाहिजे. कारण चंद्राची गति मोठी असून प्रतिक्षणीं भिन्न भिन्न असते.

उपपत्ति.

आजचा सूर्योदयींचा ग्रह व उद्यांचा सूर्योदयींचा ग्रह यामध्यें जें अंतर असेल त्यास स्पष्टगति ह्मणतात. ह्मणून आजच्या ग्रहाचें मंदफल व उद्यांच्या ग्रहाचें मंदफल यामध्यें जें अंतर येईल, तें गतिफल होईल हें उघड आहे. आतां येथें सौलभ्याकरितां दोन दिवसांच्या दोर्ज्यांतरावरून जर मंदफल साधिलें, तर मंदफलांतर येईल. ह्मणून तें काढूं.

प्रथमतः दोन्ही दिवसांच्या केंद्रांचें अंतर केलें असतां केंद्रगति निघेल. तिची भुजज्या काढिली असतां दोन दिवसांच्या केंद्रांच्या दोर्ज्यांचें अंतर येईल.

$$\therefore \text{केंद्रदोर्ज्यांतर} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{भोग्यखंड}}{२२५}$$

येथें भोग्यखंड स्फुट पाहिजे. करितां,

$$\frac{\text{त्रिज्यातुल्य}}{\text{कोटिज्या}} : \frac{\text{आद्यभोग्यखंड}}{२२५} :: \frac{\text{कोटिज्या}}{\text{इष्ट}}$$

यां त्रैराशिकावरून

$$\text{स्फुटभोग्यखंड} = \frac{२२५ \times \text{कोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ही किंमत वरील समीकरणांत ठेवून

$$\text{दोर्ज्यांतर} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{कोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

याचें फल करण्याकरितां स्वपरिधीनें गुणून ३६० नीं भागिलें पाहिजे.

$$\therefore \text{गतिफल} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{कोटिज्या} \times \text{परिधि}}{\text{त्रिज्या} \times ३६०}$$

$$\text{यांत,} \quad \frac{\text{कोटिज्या} \times \text{परिधि}}{३६०} = \text{कोटिफल}$$

ही किंमत ठेवून

$$\text{गतिफल} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{कोटिफल}}{\text{त्रिज्या}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

फलांशखांकांतरशिंजिनिघ्नी

द्राक्केंद्रभुक्तिः श्रुतिहृद्विशोध्या ।

स्वशीघ्रभुक्तेः स्फुटखेटभुक्तिः
शेषं च वक्रा विपरीतशुद्धौ ॥ ३९ ॥

भौमादिकांचे जे शीघ्रफलांश येतात ते ९० अंशांतून वजा करून जें शेष राहील, त्याच्या भुजज्येनें शीघ्रकेंद्राच्या गतीस गुणावें (म्हणजे स्वशीघ्रोच्चांतून मंद स्पष्ट ग्रह वजा केला असतां शीघ्रकेंद्र येतें ह्मणून स्वशीघ्रोच्चाच्या गतींतून मंद स्पष्टगति वजा केली असतां शीघ्रकेंद्राची गति येईल, तिला गुणावें) आणि शीघ्रकर्णानें भागावें. जें लब्ध येईल तें शीघ्रोच्च गतींतून वजा केलें असतां स्पष्टगति होते. वजा न गेल्यास विपरीत शोधन करावें म्हणजे ती ग्रहाची स्पष्टगति वक्र समजावी.

उपपत्ति.

येथें आचार्यांनीं केंद्रगति हीच स्पष्ट करून ती शीघ्रोच्चांतून वजा केली असतां स्पष्टगति होते; असें सांगितलें आहे.

ती स्पष्टकेंद्रगति फलावरून साधूं.

$$\text{ज्यांतर} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{भोग्यखंड}}{२२५}$$

येथें भोग्यखंड स्फुट पाहिजे. करितां,

$$\frac{\text{त्रिज्यातुल्य}}{\text{कोटिज्या}} \cdot \frac{\text{आद्यभोग्यखंड}}{२२५} \because \text{फलकोटिज्या}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्फुटभोग्यखंड} = \frac{२२५ \times \text{फलकोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ही किंमत वरील समीकरणांत ठेवून

$$\text{ज्यांतर} = \frac{२२५ \times \text{फलकोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ही किंमत वरील समीकरणांत ठेवून

$$\text{ज्यांतर} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{फलकोटिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

कर्ण : ज्यांतर : : त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्फुटकेंद्रगतिज्या} = \frac{\text{ज्यांतर} \times \text{त्रिज्या}}{\text{कर्ण}}$$

यांत ज्यांतराची किंमत ठेवून

$$\text{स्फुटकेंद्रगतिज्या} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{फलकोटिज्या}}{\text{कर्ण}}$$

येथें गतिज्या लघु असल्यामुळें गतिज्येच्या जागीं गति घेऊन

$$\text{स्फुटकेंद्रगति} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{फलकोटिज्या}}{\text{कर्ण}}$$

यांत फलकोटिज्या = भुजज्या (९० − फलांश) ही किंमत ठेवून

$$\text{स्पष्ट केंद्रगति} = \frac{\text{केंद्रगति} \times \text{भुजज्या} \, (९० - \text{फल})}{\text{कर्ण}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

धीवृद्धिदे चलफलं द्युगतेर्यदुक्तं
लल्लेन तन्न सदिदं गणकै र्विचिंत्यम् ।
केंद्रे त्रिभे च नवभे च फलस्य नाशात्
भावात् तथा गतिफलस्य धनर्णसंधौ ॥ ४० ॥

लल्लानें आपल्या धीवृद्धिद तंत्रामध्यें जें गतिफल आणावयास सांगितलेलें आहे तें बरोबर नाहीं. कारण केंद्र तीन राशि किंवा नऊ राशि असतां लल्लाच्या रीतीनें फलाभाव येतो, परंतु तेथें वास्तविक फलाभाव होत नाहीं अशी प्रतीति आहे. तसेंच, धनर्ण संधींचे ठिकाणीं ह्मणजे गतिफलाभावस्थळीं फल उत्पन्न होतें. याचा गणकांनींच विचार करावा.

द्राक्केंद्रभागैस्त्रिनृपैः शरेद्रै-
स्तत्वेंदुभिः पंचनृपैस्त्रिरुद्रैः ।

स्याद्वक्रता भूमिसुतादिकाना-

मवक्रता तद्रहितैश्च भांशैः ॥ ४१ ॥

भौमाचे अंतिमशीघ्रकेंद्र भाग १६३, बुधाचे १४५, गुरूचे १२५, शुक्राचे १६५ आणि शनीचे ११३ अंश झाले असतां वक्र होतात. तसेंच भौमादिकांचे अंतिमशीघ्रकेंद्रांश १९७।२१५। २३५।१९५।१४७ क्रमानें झाले असतां भौमादि ग्रह वक्रत्व सोडून मार्गी होतात.

उपपत्ति.

वक्रारंभीं व वक्रत्यागकालीं ग्रहांची गति शून्य होते. म्हणून शून्य गतिकालीं त्या त्या ग्रहाचे शीघ्रकेंद्रांश किती किती आहेत हें श्लोकांत दिलें आहे. हे अंक काढणें झाल्यास गति आणण्याच्या रीतीच्या उलट क्रमानें गणित केलें असतां येतात.

प्राच्यामुदेति क्षितिजोष्टदस्रैः

शक्रैर्गुरुः सप्तकुभिश्च मंदः ।

स्वस्वोदयांशोनितचक्रभागै-

स्त्रयो व्रजंत्यस्तमयं प्रतीच्याम् ॥ ४२ ॥

खाक्षैर्जिनैर्ज्ञसितयो रुदयः प्रतीच्या-

मस्तश्च पंचतिथिभिर्मुनिसप्तभूभिः ।

प्रागुद्गमः शरनखैस्त्रिधृतिप्रमाणै-

रस्तश्च तत्र दशवह्निभिरंगदेवैः ॥ ४३ ॥

अवक्रवक्रास्तमयोदयोक्त-

भागाधिकोनाः कलिका विभक्ताः ।

द्राक्केंद्रभुक्त्याप्तदिनैर्गतैष्यै-

रवक्रवक्रास्तमयो दयाः स्युः ॥ ४४ ॥

मंगळ, गुरु आणि शनि यांच्या अंतिम शीघ्रकेंद्रांचे अंश २८।१४।१७ इतके क्रमानें झाले असतां भौमादिकांचा पूर्वोदय

होतो. तसेंच ते ३३२।३४६।३४३ अंश झाले असतां त्यांचा पश्चिमास्त होतो.

बुध आणि शुक्र यांचे ५० व २४ केंद्रांश झाले असतां पश्चिमोदय होतो, १५५।१७७ केंद्रांश झाले असतां त्यांचा पश्चिमास्त होतो: तसेंच, २०५ व १८३ केंद्रांश झाले असतां बुधशुक्रांचा पूर्वोदय होतो आणि ३१०।३३६ केंद्रांश झाले असतां त्यांचा पूर्वास्त होतो.

आतां अस्तादिक इष्ट दिवसापासून किती दिवसांनीं होतील हें काढणें झाल्यास-इष्ट दिवशींचे केंद्रांश व अस्त, उदय, मार्ग, वक्र यांचे पठितकेंद्रांश यांचें अंतर करून त्यांस केंद्रगतीनें भागिलें असतां अस्तादिकाचे दिवस येतील. पठित केंद्रांशांपेक्षां इष्ट दिवशींचे केंद्रांश अधिक असल्यास आलेले दिवस गत समजावेत. व कमी असल्यास गम्य दिवस समजावेत.

उपपत्ति.

उदयास्तमयाध्यायामध्यें कालांशावरून उदय किंवा अस्त स्पष्ट आणण्याविषयीं सांगितलें आहे. येथें केंद्रांशावरून स्थूल येतात. कारण येथें गणितामध्यें मध्यम सूर्य घेतलेला आहे. भौमादिकांचे कालांश १७।१४।११।१०।१५ असे आहेत. अशीं अंतरें पडण्यास भौमदिकांचीं केंद्रे २८ इत्यादि श्लोक पठित असावे लागतात. स्पष्टीकरणार्थ एक उदाहरण करून दाखवितों. भौमकेंद्र ० राशि २८ अंश धरून भुजज्या ५६।१२, स्पष्टपरिधि २३९।१४, अंत्यफलज्या ७९।४५, कोटिज्या १०५।४८, कर्ण १९३।५२।२८ शीघ्रफलज्या २३।७।४, शीघ्रफलांश ११।३।३२ हे केंद्रांतून २८ वजा करून१६।५६।२८ शेष राहिलें हें मध्यमसूर्य भौम स्पष्ट यांच्यामधील अंतर १७ कालांशाबरोबर सुमारें झालें. याप्रमाणें अन्य अंक उत्पन्न करावेत. उदयादिकांचे दिवस काढण्याची रीति दिली आहे ती केवळ त्रैराशिकावरून स्पष्ट होते.

ह्मणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

स्फुटग्रहं मध्यखगं प्रकल्प्य

कृत्वा फले मंदचले यथोक्ते ।

ताभ्यां मुहुर्व्यस्तधनर्णकाभ्यां

सुसंस्कृतो मध्यखगो भवेत्सः ॥ ४५ ॥

स्पष्ट ग्रहासच मध्यम ग्रह मानून त्यापासून सांगितल्याप्रमाणें मंदफल व शीघ्रफल आणावें. नंतर स्पष्ट ग्रहास तें फल धन असल्यास ऋण व् ऋण असल्यास धन दिलें असतां मध्यम ग्रह येतो.

उपपत्ति.

$$\text{मध्यग्रह} \pm \text{फलसंस्कार} = \text{स्पष्टग्रह}$$

$$\therefore \text{मध्यम ग्रह} = \text{स्पष्टग्रह} \mp \text{फलसंस्कार}.$$

वर सांगितलेली क्रिया स्पष्टग्रहास मध्यम मानिल्यामळें अंतर नाहींसें होईपर्यंत केली पाहिजे.

क्रियतुलाधरसंक्रमपूर्वतोऽय-

नलवोत्थदिनैर्विषुवद्दिनम् ।

मकरकर्कटसंक्रमतोऽयनं

द्युदलभा विषुवद्दिवसेऽक्षभा ॥ ४६ ॥

मेष व तुला ह्या संक्रांतीच्या पूर्वी अयनांशाइतक्या दिवसांनीं विषुवदिन असतें. ह्मणजे सायनमेष व सायनतुला ह्या संक्रांति ज्या दिवशीं निघतात त्या दिवसास विषुवदिन असें ह्मणतात. तसेंच, मकर व कर्क ह्या दोन संक्रांतींच्या पूर्वी अयनांशाइतक्या दिवसांनीं अयन होतें. विषुवदिवशीं मध्यान्हकालीं द्वादशांगुल शंकूच्या छायेस पलभा असें ह्मणतात.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

युक्तायनांशादपमः प्रसाध्यः
कालौ च खेटात् खलु भुक्तभोग्यौ ।
जिनांशमौर्व्या गुणितार्कदोर्ज्या
त्रिज्योद्धृता क्रांतिगुणोऽस्यवर्गम् ॥ ४७ ॥
त्रिज्याकृतेः प्रोह्य पदं द्युजीवा
क्रांतिर्भवेत् क्रांतिगुणस्य चापम् ।
अक्षप्रभासंगुणितापमज्या
तद्द्वादशांशो भवति क्षितिज्या ॥ ४८ ॥
सा त्रिज्यकाघ्नी विहृता द्युमौर्व्या
चरज्यकास्याश्च धनुश्चरं स्यात् ।

क्रांति, भुक्तकाल व भोग्यकाल हे सायन ग्रहापासून साधावेत. रविदोर्ज्येस २४ अंशांच्या भुजज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां क्रांतिज्या येते. त्रिज्येच्या वर्गांतून क्रांतिज्येचा वर्ग वजा करून शेषाचें वर्गमूळ काढिलें असतां द्युज्या होते. क्रांतिज्येचें धनु केलें असतां क्रांति होते. क्रांतिज्येस पलभेनें गुणून १२ नीं भागिलें असतां कुज्या होते. कुज्येस त्रिज्येनें गुणून द्युज्येनें भागिलें असतां चरज्या होते. चरज्येचे धनु केल्यास चर येतें.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परमक्रांतिज्या}} = \frac{\text{रविदोर्ज्या}}{\text{इष्टक्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{इष्टक्रांतिज्या} = \frac{\text{परमक्रांतिज्या} \times \text{रविदोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\text{त्रिज्या}^2 - \text{क्रांतिज्या}^2 = \text{द्युज्या}^2$$

$$\therefore \text{द्युज्या} = \sqrt{\text{त्रिज्या}^2 - \text{क्रांतिज्या}}$$

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्या}} = \frac{१२}{\text{पलभा}}$$

$$\therefore \text{कुज्या} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{पलभा}}{१२}$$

$$\frac{\text{द्युज्या}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{चरज्या}}$$

$$\therefore \text{चरज्या} = \frac{\text{कुज्या} \times \text{त्रिज्या}}{\text{द्युज्या}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्वदेशजैस्तच्चरखंडकैर्वा

लघुज्यकावत् रविदोस्त्रिभागात् ॥ ४९ ॥

मेषादिराशित्रितयस्य यानि

चराण्यधोधः परिशोधितानि ।

तानि स्वदेशे चरखंडकानि

दिग्भागलब्धांशगुणैर्विनिघ्नी ॥ ५० ॥

पलप्रभातोऽथपलात्मकानि

स्थूलानि वा स्युश्चरखंडकानि ।

स्थूलं चरं चासुपलात्मकं तै-

स्तत्प्राणचापं यदि वापि सूक्ष्मम् ॥ ५१ ॥

या श्लोकामध्यें प्रकारांतरानें चर आणावयास सांगितलें आहे. तें असें—रवीच्या भुजाच्या तृतीयांशावरून स्वदेशज चरखंडकांनीं लघुज्यकेप्रमाणें गणित केलें असतां चर येतें. ह्मणजे सायनरविभुजाच्या अंशास ३ नीं भागून जें अंशादि फल येईल त्यास १० नीं भागून जें लब्ध येईल तन्मित गतचरखंडें समजावीं. शेषांशांस भोग्यचरखंडानें गुणून १० नीं भागून जें फल येईल तें गतचरणखंडांच्या योगामध्यें मिळविलें असतां चर येतें. आतां याला उपयुक्त अशीं चरखंडें सांगतों. मेषादि तीन राशींचीं पृथक् पृथक् चरें साधावीत. नंतर त्यांतील पहिलें चर

प्रथम खंड होय. द्वितीय चरांतून प्रथम चर वजा केलें असतां द्वितीय खंड येतें. तृतीय चरांतून द्वितीय चर वजा केलें असतां तृतीय चरखंड तयार होतें. अथवा पलभेस पृथक् तीन ठिकाणीं १०।८।३१/६ या अंकांनीं गुणिलें असतां क्रमानें तिन्ही चरखंडें पानीय पलात्मक तयार होतात. हीं खंडें स्थूल आहेत. म्हणून यांनीं आलेलें चरही स्थूल येईल. अस्वात्मक चाप केल्यास तेंही सूक्ष्म होईल. हीं चरखंडें देशपरत्वानें भिन्न भिन्न येतात; करितां पलभेनें गुणावें.

उपपत्ति.

यांतील चरखंडांच्या पहिल्या रीतिमध्यें प्रत्येक राशीची चरज्या साधून त्या यथायोग्य वजा करून त्यांचें धनु केलें असतां चरें येतील. दुसऱ्या रीतीमध्यें आचार्यांनीं पलभा एक अंगुल धरून चरें साधून चरखंडें आणिलीं आहेत. म्हणून इष्ट देशांतील करण्याकरितां त्यांस पलभेनें गुणावयास सांगितलें आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

चरघटीसहिता रहिताः क्रमात्
तिथिमिता घटिकाः खलु गोलयोः ।
भवति तत् द्युदलं निजसावनं
खगुणतः पतितं रजनीदलम् ॥ ५२ ॥

उत्तर गोलार्धामध्यें ग्रह असतां त्याचें आलेलें चर घेऊन त्यास घटिकेचें रूप देऊन त्या चरघटिका १५ मध्यें मिळविल्या असतां स्वसावन असें त्या ग्रहाचें दिनार्ध होतें. आणि दक्षिण गोलार्धामध्यें ग्रह असतां चरघटिका १५ तून वजा केल्या असतां दिनार्ध होतें. तें ३० तून वजा केलें तर रात्रिदल येतें.

उपपत्ति.

उत्तर गोलार्धात क्षितिजाच्या वर उन्मंडल असतें. म्हणून चरघटी १५ मध्यें मिळवावयास सांगितल्या. आणि दक्षिण

गोलार्धामध्यें उन्मंडल क्षितिजाच्या खालीं असल्यामुळें वजा करावयास सांगितलें.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

चरघ्नभुक्तिर्द्युनिशासुभक्ता

तयोनयुक्तः खचरो विधेयः ।

क्रमादुदग्दक्षिणगोलगेर्के

सूर्योदये व्यस्तमतोस्तकाले ॥ ५३ ॥

ग्रहाच्या गतीस चराच्या असूंनीं गुणून २१६०० या अहोरात्रासूंनीं भागून जें लब्ध येईल, तें उत्तर गोलामध्यें सूर्य असतां ग्रहांतून वजा करावें. आणि दक्षिण गोलार्धामध्यें सूर्य असतां ग्रहामध्यें मिळवावें. याप्रमाणें सूर्योदयींचा ग्रह करणें झाल्यास पद्धति समजावी. आणि अस्तकालचा ग्रह करावयाचा असल्यास विपरीत क्रिया करावी. म्हणजे लब्ध मिळविण्याचे जागीं वजा करावें, व वजा करावयाचे जागीं मिळवावें.

उपपत्ति.

वर जी रीति दिली आहे, ती लंकोदयकालिकग्रहास स्वोदयकालिक करण्याविषयीं आहे.

आतां लंकोदय व स्वसूर्योदय यांच्यामध्यें काल चराइतका तो.

∴ अहोरात्रासु : ग्रहगतिकला : : चरासु
२१६००

या त्रैराशिकावरून

$$इष्टकला = \frac{ग्रहगति \times चरासु}{२१६००}$$

आतां या इष्टकला उत्तर गोलामध्यें सूर्य असतां ग्रहांतून वजा करण्याचें कारण असें आहे कीं, उत्तरगोलीं लंकोदयाचे

पूर्वी स्वोदय होतो. तसेंच, दक्षिण गोलामध्यें इष्टकला ग्रहास मिळविण्याचें कारण असें आहे कीं, दक्षिणगोलीं स्वोदयाचे पूर्वी लंकोदय होतो. आणि अस्तकालीं विपरीत देण्याचें कारण कीं, उत्तरगोलीं लंकेमध्यें अस्त झाल्यानंतर स्वदेशामध्यें अस्त होतो; व दक्षिणगोलीं स्वदेशामध्यें अस्त झाल्यानंतर लंकेमध्यें अस्त होतो.

एकस्य राशेर्बृहतीज्यकाया
द्वयोस्त्रिभस्यापि कृतीकृतानाम् ।
स्वस्वापमज्याकृतिवर्जितानां
मूलानि तासां त्रिगुणाहतानि ॥ ५४ ॥
स्वस्वद्युमौर्व्या विभजेत् फलानां
चापान्यधोधः परिशोधितानि ।
क्रमोत्क्रमस्थानि निरक्षदेशे
मेषादिकानामुदयासवः स्युः ॥ ५५ ॥

एकराशि, दोनराशि व तीनराशि यांच्या भुजज्या पृथक् ३४३८ त्रिज्येनें घेऊन त्यांच्या वर्गांतून स्वकीय स्वकीय क्रांति ज्यांचे वर्ग वजा करून शेषांचीं वर्गमुळें काढावीं. त्या वर्गमुळांस ३४३८ नीं गुणून स्वकीय स्वकीय द्युज्यांनीं भागून जीं फळें येतील त्यांचीं पृथक् चापें करावींत. त्यांतील पहिलें यथास्थित मांडावें. ते निरक्षदेशीं मेष व मीन यांचे उदयासु होतील. दुसऱ्यांतून पहिलें वजा केलें असतां वृषभ व कुंभ यांचे उदयासु होतील. तिसऱ्यांतून दुसरें वजा केलें असतां मिथुन व मकर यांचे उदयासु होतील. हेच उदय उत्क्रमानें पुढील राशींचे होतील.

उपपत्ति.

विषुववृत्ताशीं क्रांतिवृत्त तिरपें असल्यामुळें मेषांताची भुजज्या हा कर्ण, मेषांताची क्रांतिज्या भुज, आणि त्या भुजकर्णांच्या संबंधाची कोटी अहोरात्र वृत्तावर येते. तसेंच, दोन राशींची भुजज्या हा कर्ण, दोन राशींची क्रांतिज्या भुज, आणि त्यासंबंधाची कोटि वृषभांतांतून जाणाऱ्या अहोरात्र वृत्तावर

येते. तसेंच, राशित्रयाची भुजज्या कर्ण, परम क्रांतिज्या भुज व परमद्युज्या कोटि होते. याप्रमाणें काटकोन त्रिकोणांतील भुज-कर्णांवरून आणिलेल्या कोटि त्रिज्यावृत्तावर परिणत करून त्यांचीं चापें केलीं असतां उदय होतात.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

कीटादिराश्यंतजकोटिजीवा-
स्त्रिज्यागुणाः स्वस्वदिनज्ययाप्ताः ।
चापीकृताः प्राग्वदधो विशुद्धाः
कीटादिकानामुदयासवो वा ॥ ५६ ॥

कर्कादि तीन राश्यंतांच्या कोटिज्या ह्मणजे एक, दोन, तीन राशींच्या भुजज्या १७१९।२९७७।३४३८ यांस त्रिज्येनें गुणून स्वकीय स्वकीय द्युज्यांनीं म्हणजे ३२१८।३३६६।३४३८ यांनीं क्रमानें भागून आलेल्या फलांचीं चापें करून त्यांच्या वजाबाक्या पूर्वीप्रमाणें केल्या असतां कर्कादि तीन राशींचे उदयासु येतात. तेच मिथुन, वृषभ व मेष या राशींचे उदयासु होतात.

उपपत्ति.

क्रांतिवृत्तांतील वृषभांतावर सूत्राचें एक अग्र बांधून दुसरें अग्र कर्कांतास बांधिलें असतां त्या सूत्राचें अर्ध केलें ह्मणजे एक राशीची भुजज्या होते. तसेंच, सूत्राचें एक अग्र मेषांतीं व दुसरें अग्र सिंहांतीं बांधून त्या सूत्राचें अर्ध केलें असतां दोन राशींची भुजज्या होते. तसेंच, मेषतुलादीवर बद्धसूत्राचें अर्ध केलें असतां त्रिज्या होते. ह्याच भुजज्या क्रमानें वृषभांत, मेषांत व मीनांत यांच्या अहोरात्र वृत्तांतील भुजज्या होतात. कारण, उभय संपाताचे ठिकाणीं क्रांतिवृत्तावर सूत्रें बांधिलीं आहेत. ह्मणून त्या भुजज्या त्रिज्यापरिणत केल्या असतां कर्कादिकांचे उदयासु येतील, हें उघड आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

मेषादिजीवास्त्रिगृहद्युमौर्व्या
क्षुण्णा हृताः स्वस्वदिनज्यया वा ।
चापीकृताः प्राग्वदधो विशुद्धा
मेषादिकानामुदयासवः स्युः ॥ ५७ ॥

मेषादि तीन राशींच्या भुजज्यांस तीन राशींच्या द्युज्येनें गुणून स्वकीय स्वकीय द्युज्यांनीं भागिलें असतां जीं फलें येतील त्यांचीं चापें करून पूर्वीप्रमाणें वजा केलीं असतां मेषादिकांचे उदयासु येतात.

उपपत्ति.

त्रिज्या : परमद्युज्या : : मेषादि भुजज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{अहोरात्र वृत्तस्थ कोटि} = \frac{\text{परमद्युज्या} \times \text{मेषादिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

द्युज्या : अहोरात्र वृत्तस्थ कोटि : : त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{उदयज्या} = \frac{\text{परमद्युज्या} \times \text{मेषादिज्या} \times \text{त्रिज्या}}{\text{द्युज्या} \times \text{त्रिज्या}}$$

$$\therefore \text{उदयज्या} = \frac{\text{परमद्युज्या} \times \text{मेषादिज्या}}{\text{स्वद्युज्या}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

तेऽभ्राद्रिभूपा गुणगोद्रिचंद्रा
सप्ताग्निनंदेंदुमिता अथैते ।
क्रमोत्क्रमस्थाश्चरखंडकैः स्वैः
क्रमोत्क्रमस्थैश्च विहीनयुक्ताः ॥ ५८ ॥

मेषादिषण्णां उदयाः स्वदेशे
तुलादितो नीचविलोमसंस्थाः ।
उदेति राशिः समयेन येन
तत्सप्तमोस्तं समुपैति तेन ॥ ५९ ॥

मागें सांगितल्याप्रमाणें लंकोदय तयार केले असतां खालीं दिल्याप्रमाणें येतातः—

लंकोदयासु.

मेष	१६७०	मीन
वृषभ	१७९३	कुंभ
मिथुन	१९३७	मकर
कर्क	१९३७	धन
सिंह	१७९३	वृश्चिक
कन्या	१६७०	तुला

या लंकोदयासूवरून स्वदेशीय उदयासु करणें झाल्यास पहिल्या तीन उदयांतून चरखंडें क्रमानें वजा करावींत, व पुढच्या तीन उदयांत चरखंडें उत्क्रमानें मिळवावीं.

स्वदेशीय उदयासु.

मेष	१६७०	–	प्रथम चरखंड	मीन
वृषभ	१७९३	–	द्वितीय चरखंड	कुंभ
मिथुन	१९३७	–	तृतीय चरखंड	मकर
कर्क	१९३७	+	तृतीय चरखंड	धन
सिंह	१७९३	+	द्वितीय चरखंड	वृश्चिक
कन्या	१६७०	+	प्रथम चरखंड	तुला

हीं चरखंडें स्वदेशीय पाहिजेत. जेवढ्या कालानें जो राशि उदित होतो, तेवढ्या कालानेंच त्यापासून सप्तमराशि अस्तास जातो.

उपपत्ति.

निरक्षदेश व स्वदेश यांच्यामधील सूर्योदयाचें जें अंतर असतें तें चर होय. निरक्षदेशामध्यें व स्वदेशामध्यें मेषादि बरोबर उदयास येतो. मेषांत हा स्वक्षितिजाला अगोदर लागतो, नंतर उन्मंडलास स्पर्श करितो. ह्मणून मेषोदयांतून चरखंड वजा केलें असतां स्वदेशोदय होईल. याचप्रमाणें अन्याविषयीं गोलावर अवलोकन केलें असतां स्पष्ट होईल.

क्षेत्राणां स्थूलत्वात् स्थूला उदया भवंति राशीनाम् ।
सूक्ष्मार्थी होराणां कुर्यात् दृक्काणकानां वा ॥ ६० ॥

राशिक्षेत्रें स्थूल असल्यामुळें राशींचे उदय स्थूल येतात. ज्यांना सूक्ष्मता विशेष पाहिजे असल्यास होरांचे (पंधरा पंधरा अंशांचे) किंवा द्रेष्काणांचे (दहा दहा अंशांचे) उदय तयार करावेत.

भानोः फलं गुणितमर्कयुतस्य राशे-
र्व्यक्षोदयेन खखनागमहीविभक्तम् ।
गत्या ग्रहस्य गुणितं द्युनिशासुभक्तं
स्वर्णं ग्रहेर्कवदिदं तु भुजांतराख्यम् ॥ ६१ ॥

सूर्याच्या भुजफलास रवियुक्त राशीच्या लंकोदयानें गुणून १८०० नीं भागावें. आलेल्या लब्धीस ग्रहाच्या गतीनें गुणून अहोरात्राच्या २१६०० असूंनीं भागिलें असतां भुजांतर संस्कार येतो. सूर्याचें भुजफल धन असल्यास संपूर्ण ग्रहांना हा संस्कार धन व ऋण असल्यास ऋण करावा.

उपपत्ति.

मध्यमार्कोदयकालीन ग्रहांस स्फुटार्कोदयकालीन करण्याकरितां हा संस्कार आहे. मध्यमार्क व स्फुटार्क यांच्या उदयामध्यें अंतर रवीच्या भुजफलासु इतकें असणारें आहे. म्हणून

राशिकला : उदय : :
१८००

या त्रैराशिकावरून

$$फलासु = \frac{उदयासु \times फलकला}{१८००}$$

तसेंच

२१६०० : गतिकला : : फलासु

या त्रैराशिकावरून

$$भुजांतरसंस्कार = \frac{गतिकला \times फलासु}{२१६००}$$

बाकी धनर्णोपपत्ति स्पष्ट आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

युक्तायनांशस्य तु मध्यमस्य
भुक्तासवोऽर्कस्य निरक्षदेशे ।
मेषादिभुक्तोदयसंयुता ये
यश्चायनांशान्वितमध्यभानोः ॥ ६२ ॥
लिप्तागणस्तद्विवरेण निघ्नी
गतिर्ग्रहस्य द्युनिशासुभक्ता ।
स्वर्णं ग्रहे चेदसवोऽधिकोना
इदं ग्रहाणामुदयांतराख्यम् ॥ ६३ ॥
चेत् स्वोदयैः स्फुटरवेरसवः कृतास्ते
विश्लेषिताश्च यदि मध्यरवेः कलाभिः ।
बाहृतराख्यमुदयांतरकं चराख्यं
कर्मत्रयं विहितमौदयिके तदा स्यात् ॥ ६४ ॥

मध्यम सूर्यास अयनांश मिळवून त्याचे भुक्तासु आणावेत. (म्हणजे सायन मध्यमार्काच्या भुक्तभागांस त्याच्या लंकोदयानें

गुणून ३० नीं भागावें.) आणि त्या भुक्तासूमध्यें रविभुक्त मेषादि राशींचे लंकोदयासु मिळवावेत. हे मेषादि भुक्तोदयासु झालेले व सायन मध्यम रवीच्या कला यांच्या अंतरानें ग्रहगतीस गुणून अहोरात्रासूंनीं भागिलें असतां उदयांतर संस्कार होतो. कलांपेक्षां असु अधिक असल्यास हा संस्कार ग्रहांस धन करावा. आणि कमी असल्यास ऋण करावा.

वरच्या रीतीमध्यें मध्यम रवीच्या जागीं स्पष्टसूर्य व लंकोदयाचे जागीं स्वदेशीय उदय घेऊन मेषादि भुक्तोदयासु जर आणिले आणि ते असु व मध्यमार्क कला यांचे अंतरावरून पूर्वोक्त क्रिया केली तर औदयिक ग्रहास भुजांतर, उदयांतर व चर हे तिन्ही संस्कार एकदम केलेसे होतात.

उपपत्ति.

याची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें दिली आहे, तथापि येथें दिग्प्रदर्शन करूं–पूर्वी जो अहर्गण केला आहे तो मध्यमसावनमानानें आहे. स्पष्टसावनमानाचा कांहीं नाहीं. करितां स्पष्ट व मध्यम अहर्गण यांच्यामधील अंतराच्यासंबंधानें हा संस्कार सांगितला.

> **मध्यात् रवेरयनभागयुतात् द्विनिघ्नात्**
> **दोर्ज्या लघुर्गतिगुणा खनगाब्धिभक्ता ।**
> **स्वर्णं ग्रहे युगयुजोः पदयोर्विलिप्ता**
> **स्वेवं स्फुटं खलु भवेदुदयांतरं वा ॥ ६५ ॥**

या श्लोकामध्यें प्रकारांतरानें उदयांतर संस्कार आणावयास सांगितला आहे. तो असाः–सायन मध्यरवि द्विगुणित करून त्यापासून १२० त्रिज्येच्या मानानें दोर्ज्या घेऊन तिला ग्रहगतीनें गुणून २७० नीं भागिलें असतां विकलादि उदयांतर संस्कार येतो. समपदामध्यें सूर्य असतां हा संस्कार ग्रहास धन करावा, आणि विषमपदामध्यें सूर्य असतां ऋण संस्कार करावा.

उपपत्ति.

क्रांतिवृत्ताचीं चारी पदें पृथक् पृथक् १५।१५ घटिकांनीं उदित होतात. परंतु एकेक राशि कांहीं ५।५ घटिकांनीं उदित होत नाहीं. करितां उदयांतरकर्म प्राप्त झालें. हें उदयांतर पदमध्यापर्यंत म्हणजे ४५ अंशांपर्यंत वाढत असतें व पदमध्यापासून कमी कमी होत जाऊन पदांतीं शून्य होतें. ह्मणून पदमध्यामध्यें हें उदयांतर परम असतें असें झालें. तें परम किती होतें हें गणितानें काढूं. ४५ अंशांची भुजज्या २४३१, क्रांतिज्या ९८७, द्युज्या ३२९३, मिथुनांतद्युज्या ३१४१, यावरून श्लोक ५७ प्रमाणें सायनमध्यमरवि ४५° चे उदयासु २५४६ येतात. व ४५ अंशांच्या कला २७०० आहेत. ह्मणून अंतरासु १५४ झाले, यांस ६ नीं भागून २६ पलें सुमारें परम उदयांतर आलें. आतां यथे ४५ अंशांच जागीं ९० अंश मानिल्यास भुजज्येप्रमाणें हें उदयांतर काढितां येईल. करितां अर्क द्विगुणित केला पाहिजे हें उघड आहे.

आतां

१२० त्रिज्या : परम उदयांतर : : इष्टदोर्ज्या
२६

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टउदयांतर पलें} = \frac{२६ \times \text{इष्टदोर्ज्या}}{१२०}$$

$$\therefore \text{इष्टउदयांतर पलें} = \frac{\text{इष्टदोर्ज्या}}{४\frac{१}{२}}$$

$$६० \text{ पलें : गति कलातुल्य विकला : : } \frac{\text{इष्टदोर्ज्या}}{४\frac{१}{२}}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{विकलादि संस्कार} = \frac{\text{गति} \times \text{इष्टदोर्ज्या}}{६० \times ४\frac{१}{२}}$$

$$\therefore \text{ संस्कार} = \frac{\text{गति} \times \text{दोर्ज्या}}{२७०}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

रविरसैर्विरवींदुलवा हृताः

फलमितास्तिथयः करणानि च ।

कुरहितानि च तानि बवादितः

शकुनितोऽसितभूतदलादनु ॥ ६६ ॥

ग्रहकलाः सरवींदुकला हृताः

खखगजैश्च भयोगमिती क्रमात् ।

अथ हृताः स्वगतैष्यविलिप्तिकाः

स्वगतिभिश्च गतागतनाडिकाः ॥ ६७ ॥

चंद्रांतून रवि वजा केला असतां त्यास व्यर्केंदु असें ह्मणतात. व्यर्केंदूच्या भागास १२ नीं भागिलें असतां जें फल येईल, त्या गततिथि होतात. व व्यर्केंदूच्या भागांस ६ नीं भागिलें असतां जें फल येईल, ते गतकरण होतात. त्यांतून एक वजा केला असतां बवादिकरण समजावेत. कृष्ण चतुर्दशीच्या उत्तरार्धास शकुनि, अमावास्येच्या पूर्वदलीं चतुष्पाद, अमावास्येच्या उत्तरदलीं नाग आणि प्रतिपदेच्या पूर्वदलीं किंस्तुघ्नकरण याप्रमाणें हे चारी करण नियमित आहेत. ज्या ग्रहाचें नक्षत्र काढावयाची इच्छा असेल त्या ग्रहाच्या कला कराव्या. आणि त्या कलांस ८०० नीं भागिलें असतां गतनक्षत्रें येतात. तसेंच रवि व चंद्र यांच्या बेरजेच्या कलांस ८०० नीं भागिलें असतां गतयोग येतात. सर्वत्र शेष राहील तें गत समजावें व तें गत स्वकीय स्वकीय हरांतून ह्मणजे भाजकांतून वजा केलें असतां गम्य होतात. गतसंबंधिविकलांस स्वस्वगतींनीं भागिलें असतां गतघटिका होतात व गम्यसंबंधिविकलांस स्वस्वगतींनीं भागिलें असतां गम्यघटिका येतात.

उपपत्ति.

व्यकदुभाग : तिथि : : व्यर्केंदुभाग
३६० : ३० : : इष्ट

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टातिथि} = \frac{\text{इष्टव्यर्केंदुभाग} \times ३०}{३६०}$$

$$\therefore \text{इष्टातिथि} = \frac{\text{व्यर्केंदुभाग}}{१२} \quad \ldots\ldots(१)$$

तसेंच व्यर्केंदुभाग : करण : : व्यर्केंदुभाग
३६० : ६० : : इष्ट

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टकरण} = \frac{\text{व्यर्केंदुभागइष्ट} \times ६०}{३६०}$$

$$\therefore \text{इष्टकरण} = \frac{\text{व्यर्केंदुभागइष्ट}}{६} \quad \ldots\ldots(२)$$

चक्रकला : नक्षत्रें : : ग्रहकला
२१६०० : २७

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टनक्षत्रें} = \frac{\text{ग्रहकला} \times २७}{२१६००}$$

$$\therefore \text{इष्टनक्षत्रें} = \frac{\text{ग्रहकला}}{८००} \quad \ldots\ldots(३)$$

आतां,

सरवींदुकला : योग : : इष्टकला
२१६०० : २७

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टयोग} = \frac{\text{इष्टकला}}{८००} \quad \ldots\ldots\ldots(४)$$

गतिकला : ६० घटिका : : गतैष्यकला
या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टघटिका} = \frac{\text{गतैष्यकला} \times ६०}{\text{गति}} \quad \ldots\ldots (५)$$

वरील पांच समीकरणांवरून इष्टसिद्धि झाली.

तिथ्यंतनाडीनतबाहुमौर्व्या
लब्ध्यार्कशीतांशुफले विनिघ्ने ।
क्रमेण भक्ते नखगोसमुद्रैः
कृंगाग्निवेदैः फलहीनयुक्तः ॥ ६८ ॥
प्राक्पश्चिमस्थस्तरणिर्विधुः प्राक्
ऋणे फले युक्त इतोन्यथोनः ।
मुहुः स्फुटातो ग्रहणे रवींद्वो-
स्तिथिस्त्विदं जिष्णुसुतो जगाद ॥ ६९ ॥

चंद्रग्रहणीं किंवा सूर्यग्रहणीं तिथ्यंतकालीं ज्या नत घटिका असतील, त्यांस ६ नीं भागिलें असतां नतांश येतात. त्यांची १२० त्रिज्येच्या मानानें भुजज्या घेऊन तिनें रविफलास व चंद्रफलास पृथक् गुणून ४९२०।४३६१ क्रमानें या संख्यांनीं पृथक् भागून जीं दोन लब्धें येतील, त्यांतील पहिलें पूर्वकपालीं सूर्य असल्यास सूर्यांतून वजा करावें आणि पश्चिमकपालीं सूर्य असल्यास तें सूर्यास मिळवावें. तसेंच पूर्वकपालीं चंद्र असून चंद्राचें मंदफल ऋण असल्यास दुसरें लब्ध चंद्रामध्यें मिळवावें. विपरीत असल्यास वजा करावें. याप्रमाणें जे रविचंद्र तयार होतील त्यापासून पुनः तिथि आणून नतकर्म पूर्वीं सांगितल्याप्रमाणें करावें. अंतर नाहींसें होईपर्यंत ही वारंवार क्रिया करावी. असें ब्रह्मगुप्तानें सांगितलें आहे.

उपपत्ति.

ब्रह्मगुप्ताचें ह्मणणें असें आहे कीं, रवीचे नीचोच्चवृत्तपरिधि-

भाग १३।४० मध्यान्हींचे आहेत. पूर्व उन्मंडलामध्यें व पश्चिम उन्मंडलामध्यें असतां कमी जास्त होतात, ते कोष्टकरूपानें देऊं.

ऋणफल असतां रवींचें नीचोच्चवृत्तपरिधिभाग

पूर्व	मध्यान्ह	पश्चिम
१४ ०	१३ ४०	१३ २०

धनफल असतां रवीचें नीचोच्चवृत्तपरिधिभाग कोष्टक.

पूर्व	मध्यान्ह	पश्चिम
१३ २०	१३ ४०	१४ ०

ऋण फल असतां चंद्राचें परिधिभाग कोष्टक.

पूर्व	मध्यान्ह	पश्चिम
३० ४४	३१ ३६	३२ २८

धनफल असतां चंद्राचें परिधिभाग कोष्टक.

पूर्व	मध्यन्हा	पाश्चिम
३० ४४	३१ ३६	३० ४४

यावरून सहज दिसून येईल कीं, रवीचे मध्यान्हींचे व पूर्वे-

कडील परिध्यंशांमध्यें अंतर २० कलांचें आहे. तेव्हां मध्यंतरीं त्रैराशिकानें काढिलें पाहिजे. करितां

त्रिज्यातुल्यनतज्या १२० : कला अंतर २० : : इष्टनतज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्फुट परिध्यंतर} = \frac{२० \text{ कला} \times \text{इष्टनतज्या}}{१२०}$$

$$\therefore \text{स्फुट परिध्यतर} = \frac{1}{3} \text{ अंश} \times \frac{\text{नतज्या}}{१२०}$$

$$\therefore \text{स्फुट परिध्यंतर} = \frac{\text{नतज्या}}{३६०}$$

आतां,

१३ अश ४० कला : रविमंदफल : : $\frac{\text{नतज्या}}{३६०}$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{रवि नतसंस्कार} = \frac{\text{र. मं. क.} \times \text{नतज्या}}{३६० \times १३।४०}$$

$$\therefore \text{रवि नतसंस्कार} = \frac{\text{फल} \times \text{नतज्या}}{४९२०}$$

याचप्रमाणें चंद्राचें केलें असतां

$$\text{नतसंस्कार} = \frac{\text{फल} \times \text{नतज्या}}{४३६१}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यातैष्यनाडीगुणिताद्युभुक्तिः

षष्ट्या हृता तद्रहितो युतश्च ।

तात्कालिकः स्यात् खचरः शशीनौ
तिथ्यंत एवं समलिप्तिकौ स्तः ॥ ७० ॥
पूर्णान्ताकाले तु समौ लवाद्यै--
र्दर्शांतकालेऽवयवैर्गृहाद्यैः ।

गतघटिका किंवा एष्य (पुढील) घटिका यांनीं ग्रहाच्या गतीस गुणून ६० नीं भागून जें फल येईल, तें गतघटिकांचें चालन असल्यास ग्रहांतून वजा करावें. व एष्य घटिकांचें चालन असल्यास ग्रहांत मिळवावें. ह्मणजे तात्कालिक ग्रह होतो. याप्रमाणें तिथ्यंतीं तात्कालिक चंद्र व सूर्य केले असतां ते समकलादि होतात. पौर्णिमेच्या अंतीं तात्कालिक चंद्र सूर्य केले असतां ते अंशादिकांनीं सम होतात. व दर्शांतकालीं केले असतां राश्यादिकांनीं सम रविचंद्र होतात.

उपपत्ति.

६० घटिका : ग्रहगति : : गतैष्यकाल

या त्रैराशिकावरून

$$\text{ग्रहचालन} = \frac{\text{ग्रहगति} \times \text{गतैष्यकाल}}{६०}$$

गतकालीं चालन वजा करण्याचें कारण इष्टकालाच्या मागें ग्रह कमी कमी असतो. वक्रग्रह असल्यास मात्र श्लोकांत सांगितल्याचे विरुद्ध चालन द्यावें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्थूलं कृतं भानयनं यदेतत्
ज्योतिर्विदां संव्यवहारहेतोः ॥ ७१ ॥
सूक्ष्मं प्रवक्ष्येऽथ मुनिप्रणीतं
विवाहयात्रादिफलप्रसिद्ध्यै ।

अध्यर्धभोगानि षडत्र तज्ज्ञाः
प्रोचुर्विशाखादितिभध्रुवाणि ॥ ७२ ॥
षडर्धभोगानि च भोगिरुद्र
वातांतकेंद्राधिपवारुणानि ।
शेषाण्यतः पंचदशैकभोगा
न्युक्तो भभोगः शशिमध्यभुक्तिः ॥ ७३ ॥
सर्वर्क्षभोगोनितचक्रलिप्ता
वैश्वाग्रतः स्यादभिजित् भभोगः ।
कलीकृतादिष्टखगाद्विशोध्य
दास्रादिभोगान् गतभानि विंद्यात् ॥ ७४ ॥
विशुद्धसंख्यानि गतं तु शेष--
मशुद्धभोगात् पतितं तदेष्यम् ।
गतागते षष्टिगुणे विभक्ते
ग्रहस्य भुक्त्या घटिका गतैष्याः ॥ ७५ ॥

पूर्वीं जी नक्षत्र आणण्याची रीति सांगितली आहे, ती स्थूल असून फक्त ज्योतिषी लोकांच्या व्यवहारास उपयोगीं पडण्याकरितां सांगितली आहे. आतां विवाह, यात्रा, मौंजी इत्यादि कृत्यांमध्यें शुभाशुभ फलज्ञानाच्या सिद्धीकरितां वसिष्ठादि ऋषींनीं सांगितलेले सूक्ष्म अशी नक्षत्र आणण्याची रीति सांगतों.

विशाखा, पुनर्वसु, रोहिणी, उत्तरा, उत्तराषाढा आणि उत्तराभाद्रपदा हीं सहा नक्षत्रें अध्यर्ध भोग आहेत; म्हणजे ११८५ कला ५२ विकला इतका त्या सहा नक्षत्रांचा भोग आहे. आश्लेषा, आर्द्रा, स्वाति, भरणी, ज्येष्ठा आणि शततारका हीं सहा नक्षत्रें अर्धभोग आहेत. म्हणजे ३९५ कला १७ विकला इतका ह्या सहा नक्षत्रांचा भोग आहे. बाकी १५ नक्षत्रें एक भोग ह्मणजे ७९० कला ३५ विकलांचीं आहेत. चंद्राच्या मध्यम गतीइतका एका नक्षत्राचा भोग असतो. सर्व नक्षत्रांच्या

भोगकला २१६०० तून वजा केल्या असतां अभिजित नक्षत्राचा भोग येतो. तो २५४ कला १८ विकलांइतका आहे.

नक्षत्रभोगकोष्टक.

अश्विनी	भरणी	कृत्तिका	रोहिणी	मृग
७९० ३५	३९५ १७	७९० ३५	११८५ ५२	७९० ३५
आर्द्रा	पुनर्वसु	पुण्य	आश्लेषा	मघा
३९५ १७	११८५ ५२	७९० ३५	३९५ १७	७९० ३५
पूर्वा	उत्तरा	हस्त	चित्रा	स्वाति
७९० ३५	११८५ ५२	७९० ३५	७९० ३५	३९५ १७
विशाखा	अनुराधा	ज्येष्ठा	मूळ	पूर्वाषाढा
११८५ ५२	७९० ३५	३९५ १७	७९० ३५	७९० ३५
उत्तराषाढा	अभिजित्	श्रवण	धनिष्ठा	शततारका
११८५ ९२	२५४ १८	७९० ३५	७९० ३५	३९५ १७
पूर्वाभाद्रपदा	उत्तराभाद्र.	रेवती	नक्षत्रांचीं नांवें	
७९० ३५	११८५ ५२	७९० ३५	कला	विकला

आतां ज्या ग्रहाचें नक्षत्र आणावयाचें असेल, त्याच्या कला करून त्यांतून अश्विन्यादि नक्षत्रांचे पूर्वोक्त भोग वजा करावेत.

जितक्या नक्षत्रांचे भोग वजा जातील, तितकीं गतनक्षत्रें समजावीं. शेष जें राहील तें गत होय. तें गत अशुद्ध भोगांतून ह्मणजे ज्या नक्षत्राचा भोग वजा जात नाहीं त्या भोगांतून वजा केलें असतां एष्य येतें. नंतर त्या गतास किंवा एष्यास ६० नीं गुणून ग्रहाच्या गतीनें भागिलें असतां गत किंवा एष्य घटिका येतात.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

षष्टिघ्नबिंबं ग्रहभुक्तिभक्तं
संक्रांतिनाड्योऽखिलधर्मकृत्ये ।
रवेस्तु ताःपुण्यतमा ग्रहः स्व-
संक्रांतिगो मिश्रफलं विधत्ते ॥ ७६ ॥

प्रथमतः ग्रहाच्या बिंबकला आणून त्यांस ६० नीं गुणून ग्रहाच्या गतिकलांनीं भागिलें असतां पुण्यकारक संक्रांति घटिका येतात. त्या राश्यंत कालाच्या पूर्वीं निम्या व पुढें निम्या समजाव्या. या घटिकांमध्यें स्नान, दान इत्यादि धर्मकृत्यें केलीं असतां बहुत पुण्य लागतें. यांतील रविसंक्रमणाच्या घटिका विशेष पुण्यकारक समजाव्या. स्वसंक्रांति कालामध्यें ग्रह असतां मिश्रफल येतें.

उपपत्ति.

ग्रहबिंबाचा मध्य राश्यादि स्थळीं आला असतां संक्रांति होते. व त्या राश्यादि स्थळास ग्रहबिंबाचा स्पर्श झाल्यापासून मोक्षापर्यंतचा जो काळ तो पर्वकाळ होय. त्या कालीं पुण्य विशेष असतें.

ग्रहगतिकला : ६० घटिका : : बिंबकला

या त्रैराशिकावरून

$$\text{पर्वघटिका} = \frac{६० \times \text{बिंबकला}}{\text{गतिकला}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

शशितनुविकलाभ्यश्चंद्रभुक्त्येंदुभान्वो-
र्गतिविवरकलाभिर्भूय एताभि रेव ।
पृथगथगतियुत्या नाडिकाः संधिराप्ता
भतिथिकरणयोगानां फलं तत्र मिश्रम् ॥ ७७ ॥

चंद्रबिंबाच्या विकलांस चंद्राच्या गतिकलांनीं भागिलें असतां नक्षत्रसंधिघटिका येतात. चंद्रबिंबाच्या विकलांस चंद्र व सूर्य यांच्या गत्यंतर कलांनीं भागिलें असतां तिथीच्या व करणाच्या संधिघटिका येतात. आणि चंद्रबिंबाच्या विकलांस चंद्र व सूर्य यांच्या गतियोगकलांनीं भागिलें असतां योगाच्या संधिघटिका येतात. या संधिघटिकांमध्यें फल मिश्र समजावें.

उपपत्ति.

चंद्रगतिकला : ६० घटिका : : बिंबकला

या त्रैराशिकावरून

$$\text{नक्षत्र संधिघटिका} = \frac{\text{बिंबकला} \times ६०}{\text{चंद्रगतिकला}}$$

$$\therefore \text{न. सं. घ.} = \frac{\text{बिंबविकला}}{\text{चं. ग. क.}}$$

याच पद्धतीनें त्रैराशिकावरून बाकीची इष्टसिद्धि होईल, हें उघड आहे.

याप्रमाणे स्पष्टाधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

त्रिप्रश्नाधिकारः

जगुर्विदोऽदः किलकालतंत्रं
दिग्देशकालावगमोऽत्र यस्मिन् ।
त्रिप्रश्ननाम्नि प्रचुरोक्तिधाम्नि
ब्रुवेऽधिकारं तमशेषसारम् ॥ १ ॥

विद्वान् लोक ज्याला कालतंत्र असें म्हणतात, ज्यापासून दिशा, देश व काल यांचें ज्ञान उत्तम होतें, ज्यामध्यें गणितासंबंधीं पुष्कळ रीति सांगितलेल्या आहेत त्या संपूर्ण गणिताविषयीं सारभूत असा त्रिप्रश्ननामक अधिकार सांगतों.

तात्कालिकार्केण युतस्य राशे-
रभुक्तभागैर्गुणितोदयात्स्वात् ।
भोग्यासवः खाग्निहृता द्वाप्ता
भुक्तासवो भुक्तलवैः ? स्युरेवम् ॥ २ ॥

इष्टासुसंघादपनीय भोग्यां
स्तदग्रतो राश्युदयांश्च शेषम् ।
अशुद्धहृत्खाग्निगुणं लवाद्य-
मशुद्धपूर्वैर्भवनैरजाद्यैः ॥ ३ ॥

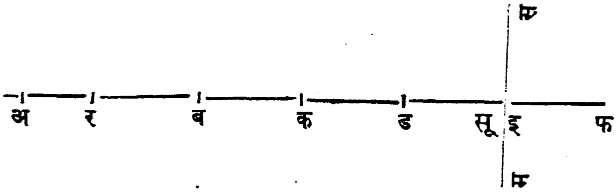
युक्तं तनुः स्या दयनांशहीन-
मिष्टासवोऽल्पा यदि भोग्यकेभ्यः ।
त्रिंशद्गुणाः स्वोदयभाजितास्ते
लब्धांशयुक्तो रविरेव लग्नम् ॥ ४ ॥

ज्या वेळीं लग्नसाधन करावयाचें असेल त्या कालीं तात्कालिक स्पष्ट सूर्य करून त्यास अयनांश मिळवून सायन रवि

तयार करावा तो सायन रवि ज्या राशीला असेल, त्या राशीचे भोग्यांश (ह्मणजे सूर्य ज्या स्थळीं असेल त्यापासून राशि-समाप्तीपर्यंत जे अंश असतील ते) करून त्यांस स्वराशीच्या उदयासूंनीं गुणून ३० नीं भागिलें असतां भोग्यकाल येतो; आणि रवीच्या भुक्तांशांत ह्मणजे भोगिलेल्या अंशांस स्वराशी-च्या उदयानें गुणून ३० नीं भागिलें असतां भुक्तकाल येतो. नंतर इष्टकालांतून भोग्यकाल वजा करून बाकी जी राहील तींतून सूर्य राशीच्या पुढच्या राशींचे जितके उदय वजा जातील तितके वजा करावेत. ज्या राशीचा उदय वजा जाणार नाहीं त्यास अशुद्धोदय असें नांव द्यावें. आणि जी शिल्लक राहील तिला ३० नीं गुणून अशुद्धोदयानें भागून अंश, कला, विकलात्मक लब्ध घ्यावें. आणि त्यामध्यें अशुद्धोदयाचे पूर्वीं जितके मेषादि राशि असतील ते मिळविले असतां राश्यादि सायनलग्न येतें, त्यांतून अयनांश वजा केले तर निरयण लग्न येईल. जर भोग्य-कालापेक्षां इष्टकाल कमी असेल तर त्या इष्टकालासच ३० नीं गुणून स्वकीय उदयानें भागून जें लब्ध अंशादि येईल, तें सूर्या-मध्यें मिळविलें असतां लग्न होतें.

उपपत्ति.

येथें अब, बक, कड, आणि डफ हे विभाग क्रांतिवृत्तां-तील राशीचे दाखविले आहेत; आणि मस हें क्षितिज आहे असें समजा.



येथें र बिंदूचे ह्मणजे सूर्याचे भोग दिले आहेत त्यावरून व इष्टकालावरून इ ह्या बिंदूचे भोग काढावयाचे आहेत ह्मणजे लग्न साधावयाचें आहे. करितां प्रथम रवि कोणत्या राशीमध्यें आहे हें पाहिलें तेव्हां अब या राशीमध्यें रस्थळीं सूर्य आहे असें समजलें, नंतर रब हे सूर्याचे भोग्यांश काढिले.

या त्रैराशिकामध्यें उदय शब्दाचा अर्थ असा आहे कीं, एक राशीस उदित होण्यास जो काल लागतो तो.

वरील त्रैराशिकावरून रब या भागास काल किती लागेल हें समजलें, यासच भोग्यकाल असें नांव दिलेलें आहे. आतां ह्या भोग्यकाल इष्ट कालांतून ह्मणजे रइ विभाग उदित होण्यास जो काल लागला त्यांतून वजा केला असतां बइ विभागाचा उदितकाल निघेल, त्यांतून बक आणि कड यांचे काल वजा केले तर डइ चा काल निघेल हें उघड आहे, यांतून डफ चा काल कांहीं वजा जाणार नाहीं त्यास अशुद्धोदय असें नांव दिलें आहे. व डइच्या कालास शेष हें नांव आहे. आतां

अशुद्धोदय : ३० अंश : : शेष

या त्रैराशिकावरून डइमध्यें अंश किती आहेत हें समजेल. याला अशुद्धोदयाच्या पूर्वींचे ह्मणजे ड बिंदूपर्यंतचे राशि मिळविले असतां इबिंदूचे भोग येतील ह्मणजे लग्न तयार होईल, जर भोग्यकालापेक्षां इष्ट काल अल्प असेल म्हणजे सू या स्थळीं सूर्य असेल तर

डफच्या उदयास : ३० अंश : : इष्ट काल

या त्रैराशिकावरून सूइ हे अंश येतील, हे सूर्यास मिळविले असतां इ चें भोग ह्मणजे लग्न येईल, हें उघड आहे.

ह्मणून सर्व इष्ट सिद्धि झाली.

अर्कस्य भोग्यस्तनुभुक्तयुक्तो
मध्योदयाढ्यः समयो विलग्नात् ।
यदैकभे लग्नरवी तदा त-
द्भागांतरघ्नोदयखाग्निभागः ॥ ५

लग्नेऽल्पके तु द्युनिशात्सशोध्य-
स्तात्कालिकार्कादसकृच्च कालः।
चेत्सावनाः प्रष्टुरभीष्टनाड्य-
स्तदैव तात्कालिकतिग्मरश्मेः ॥ ६ ॥
आक्ष्यों यदेष्टा घटिका विलग्नं
कालश्च तत्रौदयिकात्सकृच्च ।
भुक्तासुशुद्धेर्विपरीतलग्नं
भुक्तांशगेहात्तलवोनितोर्कः ॥ ७ ॥

मागील श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें रवीचा भोग्य काल व लग्नाचा भुक्त काल तयार करून त्यांची बेरीज करून तीमध्यें रवि व लग्न यांच्या मध्यंतरीं असणाऱ्या राशींचे उदय मिळविले असतां इष्ट काल येतो. ज्या वेळीं रवि व लग्न एकाच राशीला असतील तेव्हां त्या दोघांच्या अंतरांशांनीं स्वकीय राशीच्या उदयास गुणून ३० नीं भागिलें असतां इष्टकाल येतो. परंतु हा इष्टकाल रवीपेक्षां लग्न अधिक असल्या वेळचा समजावा आणि जर रवीपेक्षां लग्न कमी असेल, तर आलेला इष्टकाल अहोरात्रांतून म्हणजे ६० घटिकेंतून वजा केला असतां इष्टकाल होतो असें समजावें.

येथें इष्टकाल साधन करीत असतां रविभोग्य हें औदयिक सूर्यापासून करितात, कारण इष्टकालज्ञानावांचून सूर्य कांहीं तात्कालिक करितां येत नाहीं. ह्मणून आलेला इष्ट काल स्थूल येतो. यावरून पुनः तात्कालिक सूर्य करून रवि भोग्य आणावें, नंतर त्यापासून इष्टकाल आणावा म्हणजे तो खऱ्याच्या जवळ जवळ येईल. याप्रमाणें वारंवार क्रियेनें स्फुट इष्ट सावन घटिकात्मक काल येईल. ही गोष्ट प्रश्नकर्त्यास सावनघटिकात्मक काल इष्ट असल्या वेळची झाली. जर पृच्छकास नाक्षत्र घटीच इष्ट असतील, तर औदयिक सूर्यापासून लग्न व लग्नापासून काल एकवारच साधिला असतां इष्टकाल होतो.

ज्या वेळीं सूर्योदयाचे पूर्वी इष्टकाल असतो त्या वेळचें लग्नसाधन करावयाचें असल्यास तात्कालिक सूर्याचे भुक्तांशा-

वरून भुक्त काल आणून तो इष्टकालांतून वजा करून जें शेष राहील त्यांतून सूर्यराशीच्या पूर्वराशींचे उदय विलोमक्रमानें जितके जातील तितके वजा करून शेषांस ३० नीं गुणून अशुद्धोदयानें भागून जें अंशादिलब्ध येईल तें, सूर्यभुक्तांश व जितके राशि वजा गेले असतील तत्तुल्यराशि हे सूर्यांतून वजा केले असतां लग्न तयार होतें.

ह्या श्लोकांची उपपत्ति मागील श्लोकांच्या उपपत्तीच्या आकृतीवरून व गोलाध्यांतील " लग्नार्थमिष्टघटिका यदिसावनास्ता " इत्यादि श्लोकांवरून स्पष्ट होते.

वृत्तेंभः सुसमीकृतक्षितिगते केंद्रस्थशंकोः क्रमात्
भाग्रं यत्र विशत्यपैति च यतस्तत्रापरैंद्र्यौ दिशौ ।
तत्कालापमजीवयोस्तु विवरात् भाकर्णमित्याहता--
लंबज्याप्तमितांगुलैरयनदिश्यैंद्री स्फुटा चालिता ॥ ८ ॥

तन्मत्स्यादथ याम्यसौम्यककुभौ सौम्या ध्रुवे वा भवे-
देकस्मादपि भाग्रतो भुजमितां कोटीमितां शंकुतः ।
न्यस्येद्यष्टिमृजुं तथा भुवि यथा यष्ट्यग्रयोः संयुतिः
कोटिः प्राच्यपरा भवेदिति कृते बाहुश्च याम्योत्तरा ॥ ९ ॥

जलाच्यायोगानें भूमीसारखी सपाट करून तीवर इष्ट त्रिज्येनें वर्तुळ काढावें. त्या वर्तुळाच्या केंद्र संज्ञकमध्यामध्यें द्वादशांगुल शंकु स्थापन करावा. त्या शंकूची छाया पूर्वाह्णीं वृत्तपरिधीमध्यें ज्या ठिकाणीं प्रवेश करील तो बिंदु व अपराह्णीं वृत्तपरिधीच्या ज्या स्थलांतून छाया बाहेर निघेल तो बिंदु या दोन बिंदूंस सांधणारी रेषा ही सुमाराची पूर्वापर रेषा होईल. ती पूर्वापर रेषा बरोबर होण्याकरितां पुढील संस्कार करावा.

ज्या कालीं वृत्तपरिधीमध्यें छायेचा प्रवेश होईल, व ज्या कालीं वृत्तपरिधींतून छाया बाहेर जाईल त्या दोन वेळच्या स्पष्ट सूर्याच्या क्रांति साधाव्या. व त्या दोन क्रांतींचें अंतर

वरून त्या अंतरास छायाकर्णानें गुणून लंबज्येनें भागून जें फल येईल, तत्तुल्य अंगुलांनीं पूर्व दिशा ही अयन दिशेकडे ह्मणजे उत्तरअयनामध्यें सूर्य असल्यास उत्तर दिशेकडे व दक्षिणअयनामध्यें सूर्य असल्यास दक्षिण दिशेकडे चालित केली असतां स्पष्ट पूर्वापररेषा होते. त्या पूर्वापररेषेपासून मत्स्यसाधनानें दक्षिणोत्तर रेषा साधावी.

अथवा ध्रुवाचा वेध करून प्रथमतः याम्योत्तर रेषा साधून तीपासून मत्स्यसाधनानें पूर्वापररेषा साधावी.

अथवा एकाच छायाग्रापासून पूर्वापर व दक्षिणोत्तर साधाव्या, त्या अशा––इष्टकालीं द्वादशांगुल शंकूची छाया मापून तीपासून या अधिकारांतील श्लोक ७३ मध्यें सांगितलेल्या रीतीनें भुज व कोटि आणून तत्तुल्य दोन शलाका ह्मणजे बारीक सरळ काड्या घेऊन त्यांतील कोटिशलाका शंकुमूलापासून छायेकडील बाजूस सुमारानें पूर्वापर रेषेंत ठेवावी; व भुजशलाका ही छायेच्या अग्रास लागून दक्षिणोत्तर रेषेमध्यें सुमारानें ठेवून छाया, भुजशलाका व कोटिशलाका ह्यांनीं बरोबर काटकोन त्रिकोण बनेल अशा त्या शलाका भूमीवर स्थापन केल्या असतां कोटिशलाका ही पूर्वापररेषा बरोबर दाखवील, व भुजशलाका याम्योत्तररेषा स्फुट दाखवील.

उपपत्ति.

सूर्य हा ताऱ्याप्रमाणें असतां ह्मणजे त्याला कक्षागति नसती तर वृत्तपरिधींतील छायाप्रवेश व छायानिर्गम या दोन स्थळांच्या बिंदूंस सांधणारी रेषा नेमकी पूर्वापररेषा झाली असती हें उघड आहे. परंतु सूर्यास कक्षागति असल्यामुळें छायाप्रवेशकालचें अहोरात्रवृत्त व छायानिर्गमकालचें अहोरात्रवृत्त हीं दोन्ही भिन्न होतात. त्यामुळें ती पूर्वापररेषा अग्रांतराइतक्या अंगुलांनीं चालित केली पाहिजे. करितां अग्रांतर साधन करूं.

छायाप्रवेश व निर्गमकालच्या क्रांतिज्या साधून त्यांचे अंतरास क्रांतिज्यांतर हें नांव देऊं.

$$\frac{\text{लंबज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{क्रांतिज्यांतर}}{\text{अग्रांतर}}$$

$$\therefore \text{अग्रांतर} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{क्रांतिज्यांतर}}{\text{लंबज्या}}$$

हें अग्रांतर त्रिज्यावृत्तावरचें आलें. यास छायाकर्ण वृत्तावरचें करण्याकरितां छायाकर्णानें गुणून त्रिज्येनें भागिलें पाहिजे.

$$\therefore \text{कर्ण वृत्ताग्रांतर} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{क्रांतिज्यांतर} \times \text{छायाकर्ण}}{\text{लंबज्या} \times \text{त्रिज्या}}$$

$$\therefore \text{क. अग्रांतर} = \frac{\text{क्रांतिज्यांतर} \times \text{छायाकर्ण}}{\text{लंबज्या}}$$

बाकीची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

दिक्सूत्रसंपातगतस्य शंको-
श्छायाग्रपूर्वापरसूत्रमध्यम् ।
दोर्दोः प्रभावर्गवियोगमूलं
कोटिर्नरात् प्रागपरा ततः स्यात् ॥ १० ॥

पूर्वापर रेषा व दाक्षिणोत्तर रेषा यांचा संपात ज्या ठिकाणीं होतो. तेथें द्वादशांगुल शंकु स्थापन करून त्याचें छायाग्र ज्या ठिकाणीं लागेल त्या बिंदूपासून पूर्वापररेषेपर्यंत जें लंबरूप अंतर असतें त्यास भुज असें म्हणतात. पूर्वापररेषेस भुज ज्या ठिकाणीं लागतो त्या बिंदूपासून शंकुमूलापर्यंत जें पूर्वापर अंतर त्यास कोटि असें ह्मणतात. ती कोटि काढणें झाल्यास छायेच्या वर्गांतून भुजाचा वर्ग वजा करून शेषाचें वर्गमूळ काढिलें असतां कोटीची किंमत येते.

उपपत्ति.

भुज, कोटि व छाया ह्यांनीं झालेला त्रिकोण काटकोन असतो.

$$\therefore \text{कोटि} = \sqrt{\text{छाया}^2 - \text{भुज}^2}.$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

भाकृतीनकृतिसंयुतेः पदं
स्याच्छ्रुतिः श्रुतिकृतीनवर्गयोः ।
अंतराद्रवियुतोनकर्णयो--
राहतेश्च यदि वा पदं प्रभा ॥ ११ ॥

या श्लोकामध्यें द्वादशांगुल शंकूच्या छायेवरून इष्टछायाकर्ण आणि इष्टच्छायाकर्णावरून द्वादशांगुल शंकूची छाया आणावयाची रीति दिली आहे. ती अशी:—इष्टछायेच्या वर्गामध्यें १४४ मिळवून जी संख्या होईल तिचें वर्गमूळ काढिलें असतां छायाकर्ण येतो.

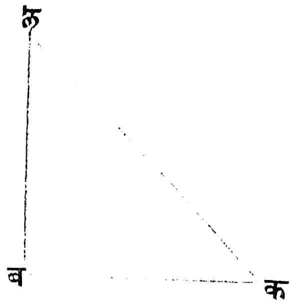
छायाकर्णाच्या वर्गांतून १४४ वजा केले असतां जी बाकी राहील, तिचें वर्गमूळ काढिलें ह्मणजे छाया येते.

अथवा छायाकर्णामध्यें १२ मिळवून जी संख्या होईल ती व छायाकर्णांतून १२ वजा करून जी संख्या होईल ती, ह्या दोन संख्यांच्या गुणाकाराचें वर्गमूळ काढिलें असतां छायेची किंमत येते.

जसें:–द्वादशांगुल शंकूची छाया ५ अंगुळें असल्यास, ५ चा वर्ग २५ यांत १४४ मिळवून १६९ याचें वर्गमूळ १३ हा कर्ण झाला. तसेंच कर्ण १३ कल्पिल्यास १३ चा वर्ग १६९ यांतून १४४ वजा करून बाकी २५ हिचें वर्गमूळ ५ ही छाया

झाली. अथवा कर्ण १३ यांत १२ मिळवून २५ व कर्ण १३ तून १२ वजा करून बाकी १ म्हणून २५ व १ यांचा गुणाकार २५ याचें वर्गमूळ ५ ही छाया झाली.

उपपत्ति



या आकृतीमध्यें अ ब हा द्वादशांगुल शंकु, ब क ही इष्ट छाया, आणि अ क हा छायाकर्ण आहे.

आतां अ ब क हा काटकोन त्रिकोण आहे ह्मणून " तत्कृत्योर्योगपदं कर्ण: " इत्यादि लीलावतीमध्यें दिलेल्या सूत्रावरून

$$(\text{अ ब})^2 + (\text{ब क})^2 = (\text{अ क})^2$$

$$\therefore \text{शंकु}^2 + \text{छाया}^2 = \text{कर्ण}^2$$

येथें शंकु १२ अंगुलांचा धरिला.

$$\therefore (१२)^2 + \text{छाया}^2 = \text{कर्ण}^2$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \sqrt{१४४ + \text{छाया}^2} \quad \ldots\ldots (१)$$

आणि वरील समीकरणावरून

$$\text{कर्ण}^2 - १४४ = \text{छाया}^2$$

$$\therefore \text{छाया} = \sqrt{\text{कर्ण}^2 - १४४} \quad \ldots\ldots (२)$$

या समीकरणामध्यें

$$\text{कर्ण}^2 - (१२)^2 = (\text{कर्ण} + १२)(\text{कर्ण} - १२)$$

अशी किंमत ठेवून

छाया = $\sqrt{(\text{कर्ण}+१२)(\text{कर्ण}-१२)}$ ...(३)

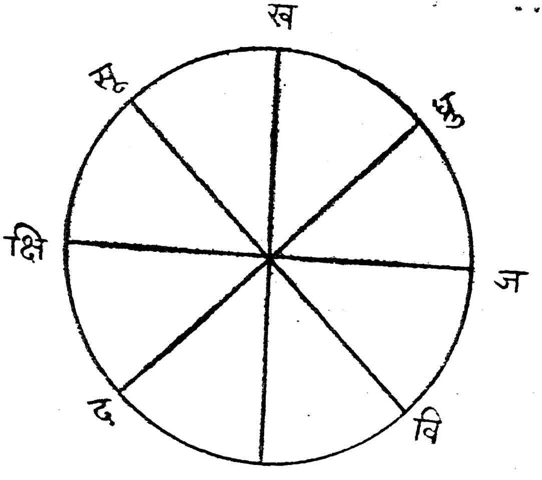
ह्मणून समीकरण (१), (२), व (३)

यावरून इष्टसिद्धि झाली.

शंकुर्नरो ना कथितः स एव
खार्धाद्रवेर्या विषुवद्दिनार्धे ।
नतिः पलोऽक्षश्च स एव तज्ज्ञै-
स्तत्रोन्नतिर्यास्य स एव लंबः ॥ १२ ॥

शंकूला नर किंवा ना असें म्हणतात. विषुव दिवशीं ह्मणजे दिवस व रात्रि यांचें मान ज्या दिवशीं समान असतें त्या दिवशीं दोनप्रहरीं याम्योत्तर वृत्तावर सूर्य आला असतां खमध्यापासून सूर्याचें जें अंतर असेल ह्मणजे सूर्याचे जितके नतांश असतील त्यांस पलांश किंवा अक्षांश असें म्हणतात. आणि विषुव दिवशीं दोनप्रहरीं सूर्याचे जितके उन्नतांश असतात त्यांस लंबांश असें ह्मणतात.

अक्षलंबांशभंगिः



या आकृतीमध्यें क्षि सूख ध्रुज विद हें याम्योत्तरवृत्त, ख हें खस्वस्तिक, क्षि ज हें क्षितिज, सूवि हें विषुववृत्त, ध्रु हें उत्तरध्रुवाचें स्थान, द हें दक्षिणध्रुवाचें स्थान आणि सू हें सूर्याचें स्थल आहे असें समजा.

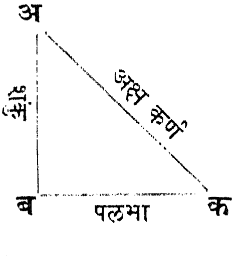
आतां श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें ख सू=अक्षांश. क्षि सू= लंबांश आहेत असें झालें.

येथें ख सू = ध्रु ज. आणि क्षि सू = ख ध्रु, असें आहे ह्मणून ध्रु ज = अक्षांश. आणि ख ध्रु= लंबांश असेंही ह्मणण्याचा पाठ आहे.

भुजोऽक्षभा कोटिरिनांगुलीना
कर्णोऽक्षकर्णः खलु मूलमेतत् ।
क्षेत्राणि यान्यक्षभवानि तेषां
विद्येवमानार्थयशः सुखानाम् ॥ १३ ॥

ज्या त्रिकोणामध्यें पलभारूप भुज, द्वादशांगुलशंकुरूप कोटि आणि अक्षकर्णरूप कर्ण असतो तो त्रिकोण अक्षक्षेत्र रूप होतो. अक्षक्षेत्र ह्मणजे ज्या त्रिकोणामध्यें एक कोन अक्षांशा-बरोबर असतो तें समजावें. या श्लोकांत दिलेलें क्षेत्र हें, मान, अर्थ, यश व सुख यांना विद्या जशी मूल आहे तसें अक्षक्षेत्रांस आहे.

प्रथमाक्षक्षेत्रभंगिः

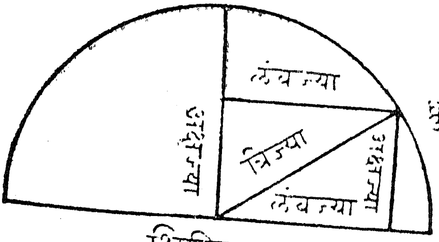


या त्रिकोणामध्यें ब अ क कोन अक्षांशाबरोबर आहे ह्मणून शंकु, पलभा, अक्षकर्ण यांनीं झालेलें क्षेत्र अक्षक्षेत्र झालें.

लंबज्यका कोटिरथाक्षजीवा
भुजोऽत्र कर्णस्त्रिभुजे त्रिभज्या ।
कुज्या भुजः कोटिरपक्रमज्या
कर्णोऽग्रका च त्रिभुजं तथेदम् ॥ १४ ॥

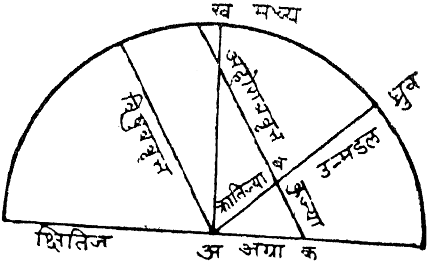
ज्या त्रिकोणामध्यें लंबज्यारूप कोटि, अक्षज्यारूप भुज आणि त्रिज्यारूप कर्ण असतो तें अक्षक्षेत्र होतें. तसेंच ज्या त्रिकोणामध्यें कुज्यारूप भुज, क्रांतिज्यारूप कोटि आणि अग्रारूप कर्ण असतो तें अक्षक्षेत्र होतें.

द्वितीयाक्षक्षेत्रभंगिः



या आकृतीमध्यें लंबज्या व त्रिज्या ह्यांनीं केलेला कोन अक्षांशाबरोबर आहे, म्हणून लंबज्या, त्रिज्या व अक्षज्या ह्यांनीं केलेला त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप झाला.

तृतीयाक्षक्षेत्रभंगिः



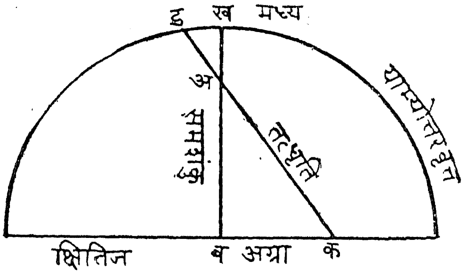
या आकृतीमध्यें अ ब क ह्या त्रिकोणांतील अ ब ही क्रांतिज्या व अ क ही अग्रा ह्यांनीं केलेला कोन अक्षांशाबरोबर आहे. ह्य-

णून क्रांतिज्या, कुज्या व अग्रा ह्या तीन बाजूंनीं झालेला अ ब क हा त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप आहे.

तथैव कोटिः समवृत्तशंकु-
रग्रा भुजस्तद्धृतिरत्र कर्णः ।
भुजोपमज्या समना च कर्णः
कुज्योनिता तद्धृतिरत्र कोटिः ॥ १५ ॥

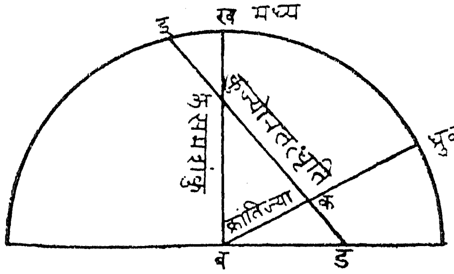
ज्या त्रिकोणामध्यें समशंकुरूप कोटि, अग्रारूप भुज आणि तद्धृतिरूप कर्ण असतो. तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप असतो. तसेंच ज्या त्रिकोणामध्यें क्रांतिज्यारूप भुज, कुज्योनतद्धृतिरूप कोटि आणि समशंकुरूप कर्ण असतो तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप होतो.

चतुर्थाक्षक्षेत्रभंगिः



या आकृतीमध्यें ड क हें अहोरात्रवृत्त आहे आणि अ ब क या त्रिकोणांतील अ क तद्धृति व अ ब समशंकु यांनीं केलेला कोन अक्षांशाबरोबर आहे म्हणून तद्धृति, अग्रा व समशंकु यांनीं झालेला त्रिकोण अ ब क हा अक्षक्षेत्ररूप आहे.

पंचमाक्षक्षेत्रभंगिः

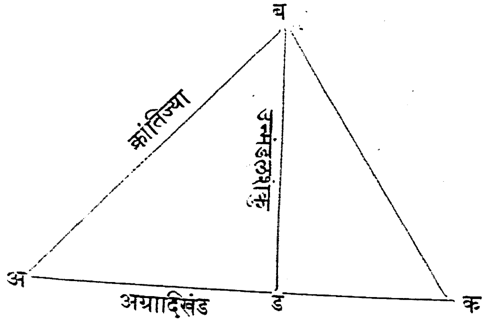


या आकृतीमध्यें इ ड हें अहोरात्र वृत्त आहे. अ ड=तद्धृति; क ड=कुज्या; आणि अ क = कुज्योन तद्धृति आहे असें समजा. येथें अ ब क या त्रिकोणामध्यें ब अ क कोन अक्षांशाबरोबर आहे. ह्मणून क्रांतिज्या, समशंकु व कुज्योनतद्धृति यांनीं केलेला अ ब क हा त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप झाला.

अग्रादिखंडं कथिता च कोटि-
रुद्वृत्तनाद्रोः श्रवणोपमज्या ।
उद्वृत्तना कोटिरथाग्रकाग्र-
खंडं भुजस्तच्छ्रवणः क्षितिज्या ॥ १६ ॥

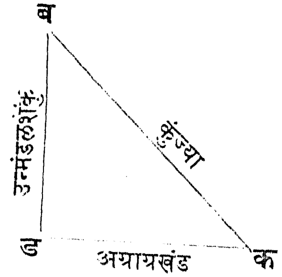
ज्या त्रिकोणामध्यें अग्रादिखंडरूप कोटि, उन्मंडलशंकुरूप भुज, क्रांतिज्यारूप कर्ण असतो, तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप असतो. तसेंच ज्या त्रिकोणामध्यें उन्मंडलशंकुरूप कोटि, अग्राग्रखंडरूप भुज आणि कुज्यारूप कर्ण असतो तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप असतो.

षष्ठाक्षक्षेत्रभंगिः



या आकृतीमध्यें अ ब क हा त्रिकोण मागें दिलेल्या तृतीयाक्षक्षेत्र भंगींपैकीं आहे असें समजा. आणि अ क रेषेवर ब ड हा लंब काढिला आहे. ब हा बिंदु उन्मंडलामध्यें असल्यामुळें ब ड या लंबास उन्मंडलशंकु ह्मणतात. आतां अ ब ड या त्रिकोणामध्यें ब अ ड कोन अक्षांशाबरोबर आहे. ह्मणून क्रांतिज्या, उन्मंडलशंकु व अग्रादिखंड यांनीं झालेला त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप झाला.

सप्तमाक्षक्षेत्रभंगिः

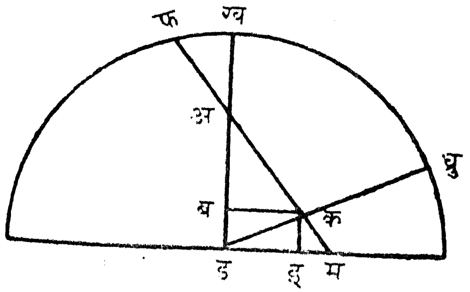


येथें ब ड क हा त्रिकोण मागील षष्ठाक्षक्षेत्र भंगीपैकीं आहे असें समजा. आतां ड ब क हा कोन अक्षांशाबरोबर आहे, म्हणून कुज्या, अग्राग्रखंड व उन्मंडलशंकु ह्यांनीं केलेला त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप झाला.

खंडं यदूर्ध्वं समवृत्तशंको-
र्यत्तद्धृतेस्तावथ कोटिकर्णौ ।
अग्रादिखंडं भुज एवमष्टौ
क्षेत्राण्यमून्यक्षभवानि तावत् ॥ १७ ॥

ज्या त्रिकोणामध्यें समशंकूर्ध्वखंडरूप कोटि, तद्धृत्यूर्ध्वखंडरूप कर्ण आणि अग्रादिखंडरूप भुज असतो तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप असतो. याप्रमाणें आठ अक्षक्षेत्रें नेहमीं उपयोगांत येणारीं आहेत.

अष्टमाक्षक्षेत्रभंगिः



या आकृतिमध्यें फ म = अहोरात्रवृत्त, अ ब = समशंकूर्ध्वखंड, ब क = अग्रादिखंड, अ क = तद्धृत्यूर्ध्वखंड आहे. आतां अ ब क ह्या त्रिकोणामध्यें ब अ क हा कोन अक्षांशाबरोबर आहे म्हणून तो त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप झाला.

विद्या नाम नरस्य कीर्तिरतुला भाग्यक्षये चाश्रयो
धेनुः कामदुघा रतिश्च विरहे नेत्रं तृतीयं च सा ।
सत्कारायतनं कुलस्य महिमा रत्नैर्विना भूषणं
तस्मादन्यमपोह्य हेतुविषयं विद्याधिकारं कुरु ॥ १८॥

विद्या ही मनुष्यास निरुपम कीर्ति देणारी, भाग्याचा क्षय झाला असतां आश्रयीभूत, संपूर्ण इच्छा पूर्ण करणारी कामधेनु, विरहकालीं रममाण करणारी, तृतीय नेत्ररूप, सत्काराचें स्थान, कुलाचा महिमा, रत्नावांचून भूषणास्पद अशी आहे. करितां सर्व निरर्थक कार्यें सोडून विद्यासिद्धीकरितां सदैव उद्युक्त असा.

हा श्लोक येथें देण्याचा उद्देश एवढाच दिसतो, कीं, मागें " विद्येव मानार्थयशः सुखानां " असें सांगितलें आहे, त्याचेंच दृढीकरण व्हावें.

एषामथैकस्य तु बाहुकोटि-
कर्णैर्मिथोऽन्यान्यनुपाततः स्युः ।
त्रिज्ये पृथक्कोटिभुजाहते ते
कर्णोद्धृते लंबपलज्यके स्तः ॥ १९ ॥
तत्कार्मुके लंबपलौ च तज्ज्ये
दोः कोटिजीवावदतो मिथो वा ।
अक्षज्यकाकोटिगुणा भुजाप्ता
लंबज्यकावाक्षगुणोऽन्यथातः ॥ २० ॥

मागें जीं आठ अक्षक्षेत्रें सांगितलीं त्यांपैकीं एकाच्या भुजकोटि व कर्ण यांवरून दुसऱ्या अक्षक्षेत्रांतील भुजादिक त्रैराशिकानें काढितां येतात, व दुसऱ्यावरून बाकीचे भुजादिक काढितां येतात. याप्रमाणें परस्परांवरून भुजादिक काढितां येतात.

त्रिज्येला पृथक् पृथक् कोटींनीं गुणून कर्णांनीं भागिलें असतां लंबज्या येते व त्रिज्येला पृथक् पृथक् भुजांनीं गुणून कर्णांनीं भागिलें असतां अक्षज्या येते व त्यांचीं पृथक् चापें केलीं असतां लंबांश व अक्षांक्ष येतात. यावरून अन्यही काढितां येतात. तसेंच अक्षज्येला कोटींनीं गुणून भुजांनीं भागिलें असतां लंबज्या येते व याच्या विपरीत रीतीनें अक्षज्या येते.

उपपत्ति.

मागें जीं आठ अक्षक्षेत्रें सांगितलीं आहेत. तीं सर्व सरूप ह्मणजे सजातीय आहेत. कारण सर्व अक्षक्षेत्रांतील कोन समान आहेत. आतां भुजं, भुज$'$, भुज$''$, इत्यादि अशीं त्या त्रिकोणांतील भुजांचीं मानें आहेत व कोटि$'$ कोटि$''$ कोटि$'''$ इत्यादि अशीं कोटींचीं मानें, आणि कर्ण$'$, कर्ण$''$, कर्ण$'''$, इत्यादि कर्णांचीं मानें कल्पिल्यास

$$\frac{\text{भुं}}{\text{भु}'} = \frac{\text{को}'}{\text{को}''}$$

$$\therefore \text{भुं} = \frac{\text{भुं}' \times \text{को}}{\text{को}''}$$

$$\text{अथवा भु}' = \frac{\text{भुं. को}''}{\text{को}'}$$

$$\text{तसेंच } \frac{\text{भुं}}{\text{भु}''} = \frac{\text{कं}}{\text{कं}'}$$

$$\therefore \text{भुं} = \frac{\text{कं} \times \text{भुं}'}{\text{क}''}$$

$$\text{अथवा भु}'' = \frac{\text{भु}' \times \text{क}''}{\text{क}'}$$

$$\text{तसेंच } \frac{\text{को}'}{\text{को}''} = \frac{\text{कं}}{\text{कं}'}$$

$$\therefore \text{को}' = \frac{\text{क}' \times \text{को}''}{\text{क}''}$$

$$\text{अथवा को}'' = \frac{\text{क}'' \times \text{को}'}{\text{क}'}$$

इत्यादि पद्धतीवरून सर्व इष्ट सिद्धि झाली.

क्रांतिज्यके कर्णगुणे विभक्ते
कोट्या भुजेनाप्तमिताग्रका स्यात्।
आद्यं द्वितीयं समशंकुरेष-
स्यात्तद्धृतिः कोटिहृतः श्रुतिघ्नः ॥ २१ ॥

क्रांतिज्या दोन ठिकाणीं मांडून पृथक् कर्णानें गुणून पहिल्या ठिकाणीं स्वकीय कोटीनें भागिलें असतां अग्रेची किंमत येते व दुसऱ्या ठिकाणीं स्वकीय भुजानें भागिलें असतां समशंकूची किंमत येते. तसेंच समशंकूस अक्षक्षेत्राच्या कर्णानें गुणून कोटीनें भागिलें असतां तद्धृतीची किंमत येते.

उपपत्ति.

क्रांतिज्या, अग्रा व कुज्या हें अक्षक्षेत्र घेऊन बाकीच्या अक्षक्षेत्रांतील कर्णास क आणि कोटीस को अशा संज्ञा देऊन

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{अग्रा}} = \frac{\text{को}}{\text{क}}$$

$$\therefore \text{अग्रा} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{क}}{\text{को}}$$

आतां क्रांतिज्या, समशंकु व कुज्योनतद्धृति हें अक्षक्षेत्र घेऊन बाकीच्या अक्षक्षेत्रांतील भुजास भु आणि कर्णास क अशा संज्ञा देऊन

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{समशंकु}} = \frac{\text{भु}}{\text{क}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{\text{क्रां} \times \text{क}}{\text{भु}}$$

तसेंच समशंकु, तद्धृति, व अग्रा ह्या अक्षक्षेत्रावरून

$$\frac{\text{समशंकु}}{\text{तद्धृति}} = \frac{\text{को}}{\text{क}}$$

$$\therefore \text{तद्धृति} = \frac{\text{समशंकु} \times \text{क}}{\text{को.}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

कर्णेन निघ्नी पृथगग्रका वा
भुजेन भक्ता खलु तद्धृतिः स्यात् ।
कोट्या हता तद्धृतिरग्रका च
कर्णेन दोष्णा क्रमशो विभक्ता ॥ २२ ॥
द्विधा भवेद्वा समवृत्तशंकुः
सदोर्गुणः कोटिहृतोऽग्रका वा ।
कोट्युद्धृतं तद्धृतिखंडमूर्ध्वं
श्रुत्याहतं वा समवृत्तशंकुः ॥ २३ ॥

अग्रेला अक्षक्षेत्रांतील कर्णानें गुणून भुजानें भागिलें असतां तद्धृति येते.

तद्धृतीस अक्षक्षेत्रांतील कोटीनें गुणून कर्णानें भागिलें असतां समशंकूची किंमत येते.

किंवा अग्रेला अक्षक्षेत्रांतील कोटीनें गुणून भुजानें भागिलें असतां समशंकूची किंमत येते.

समशंकूला अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कोटीनें भागिलें असतां अग्रा होते.

कुज्योनतद्धृतीस कर्णानें गुणून कोटीनें भागिलें असतां समशंकु होतो.

उपपत्ति.

अग्रा, तद्धृति आणि समशंकु ह्या तीन बाजूंनीं झालेलें क्षेत्र घेऊन अन्य अक्षक्षेत्रांतील भुज = भु; कोटि = को; कर्ण = क ह्या संज्ञा देऊन

$$\frac{\text{अग्रा}}{\text{तद्धृति}} = \frac{\text{भु}}{\text{क}}$$

$$\therefore \text{तद्धृति} = \frac{\text{अग्रा} \times \text{क}}{\text{भु}} \ldots \quad \ldots (१)$$

$$\frac{\text{तद्धृति}}{\text{समशंकु}} = \frac{\text{क}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{\text{तद्धृति} \times \text{को}}{\text{क}} \ldots \quad \ldots (२)$$

$$\frac{\text{अग्रा}}{\text{समशंकु}} = \frac{\text{भु}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{\text{अग्रा} \times \text{को}}{\text{भु}} \ldots \quad \ldots (३)$$

$$\therefore \text{अग्रा} = \frac{\text{समशंकु} \times \text{भु}}{\text{को}} \ldots \quad \ldots (४$$

आतां कुज्योनतद्धृति, समशंकु व क्रांतिज्या यांनीं केलेल्या त्रिकोणावरून

$$\frac{\text{कुज्योनतद्धृति}}{\text{समशंकु}} = \frac{\text{को}}{\text{क}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{\text{कु. त} \times \text{क}}{\text{को}} \quad \ldots \quad \ldots (५)$$

म्हणून वरील पांच मुख्य समीकरणांवरून इष्टसिद्धि झाली.

द्विधापमज्या भुजकोटिनिघ्नी
कोटया च दोष्णा विहृताद्यमाप्तम्।
कुज्यापरं तद्धृतिखंडमूर्ध्वं
स्यात् तद्धृतिः संयुतिरेतयोर्वा ॥ २४ ॥

क्रांतिज्येला अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कोटीनें भागिलें असतां कुज्या येते.

तसेंच क्रांतिज्येला कोटीनें गुणून भुजानें भागिलें असतां कुज्योनतद्धृति येते.

आणि कुज्येमध्यें कुज्योनतद्धृति मिळविली असतां तद्धृति येते.

उपपत्ति.

क्रांतिज्या, कुज्या व अग्रा ह्यांनीं झालेल्या क्षेत्रावरून

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{को}}{\text{भु}}$$

$$\therefore \text{कुज्या} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{भु}}{\text{को}}$$

आणि क्रांतिज्या, कुज्योनतद्धृति व समशंकु ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्योनतद्धृति}} = \frac{\text{भु}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{कुज्योनतद्धृति} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{को}}{\text{भु}}$$

कुज्येमध्यें कुज्योनतद्धृति मिळविली असतां तद्धृति येते हें स्पष्ट आहे. कारण ती संज्ञाच आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

कुज्योपमज्ये भुजकोटिनिघ्नौ
कर्णोद्धृते स्यात् क्रमशो यदाप्तम् ।
अग्राग्रखंडं प्रथमं द्वितीय-
मग्रादिखंडं च तदैक्यमग्रा ॥ २५ ॥

कुज्येला अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कर्णानें भागिलें असतां अग्राग्रखंड येतें.

क्रांतिज्येला कोटीनें गुणून कर्णानें भागिलें असतां अग्रादिखंड येतें.

अग्राग्रखंडामध्यें अग्रादिखंड मिळविलें असतां अग्रेची किंमत येते.

उपपत्ति.

कुज्या, उन्मंडलशंकु व अग्राग्रखंड ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून

$$\frac{\text{कुज्या}}{\text{अग्राग्रखंड}} = \frac{\text{क}}{\text{भु}}$$

$$\therefore \text{अग्राग्रखंड} = \frac{\text{कुज्या} \times \text{भु}}{\text{क}}$$

आतां क्रांतिज्या, उन्मंडलशंकु व अग्रादिखंड ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून अन्य अक्षक्षेत्रांतील कोटि कर्णांशीं त्रैराशिक करून

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{अग्रादिखंड}} = \frac{\text{क}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{अग्रादिखंड} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{को}}{\text{क}}$$

अग्रादिखंड + अग्राग्रखंड = अग्रा हें स्पष्टच आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

अग्रादिखंडं च तथापमज्या
भुजाहते ते क्रमशो विभक्ते ।
कोटिश्रुतिभ्यामुभयत्रशंकु-
रुन्मंडलस्थे रविमंडले स्यात् ॥ २६ ॥

अग्रादिखंडास अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कोटीनें भागिलें असतां उन्मंडलशंकु होतो.

अथवा क्रांतिज्येस अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कर्णानें भागिलें असतां उन्मंडलशंकु होतो.

उपपत्ति.

अग्रादिखंड, उन्मंडलशंकु व क्रांतिज्या ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून

$$\frac{\text{अग्रादिखंड}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{को}}{\text{भु}}$$

$$\therefore \text{उन्मंडलशंकु} = \frac{\text{अग्रादिखंड} \times \text{भु}}{\text{को}}$$

$$\frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{क}}{\text{भु}}$$

$$\therefore \text{उन्मंडलशंकु} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{भु}}{\text{क}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

अग्राग्रखंडं क्षितिशिंजिनी च
कोटयाहते दोः श्रवणोद्धृते स्तः ।
उद्वृत्तशंकू समना तदूनः
स्यादूर्ध्वखंडं समवृत्तशंकोः ॥ २७ ॥

अग्राग्रखंडास अक्षक्षेत्रांतील कोटीनें गुणून भुजानें भागिलें असतां उन्मंडलशंकु होतो.

अथवा कुज्येला अक्षक्षेत्रांतील कोटीनें गुणून कर्णानें भागिलें असतां उन्मंडलशंकूची किंमत येते.

उपपत्ति.

अग्राग्रखंड, कुज्या आणि उन्मंडलशंकु ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून

$$\frac{\text{अग्राग्रखंड}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{भु}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{उ. शं.} = \frac{\text{अग्राग्रखंड} \times \text{को}}{\text{भु}}$$

$$\text{आणि} \quad \frac{\text{कुज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{क}}{\text{को}}$$

$$\therefore \text{उ. शं.} = \frac{\text{कुज्या} \times \text{को}}{\text{क}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

ह्या श्लोकांतील उत्तरार्धाचा अर्थ असा आहे कीं, समशंकूंतून उन्मंडलशंकु वजा केला असतां समशंकूचें ऊर्ध्वखंड येतें. ह्याची उपपत्ति स्पष्टच आहे.

अग्राभुजघ्नी श्रुतिहृत् क्षितिज्या
तदूनितातद्धृतिरूर्ध्वखंडम् ।

अग्रेला अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून कर्णानें भागिलें असतां कुज्या येते. व कुज्या ही तद्धृतींतून वजा केली असतां तद्धृतीचें ऊर्ध्वखंड येतें.

उपपत्ति.

अग्रा, कुज्या व क्रांतिज्या ह्यांनीं झालेल्या त्रिकोणावरून अन्य अक्षक्षेत्रांशीं त्रैराशिक करून

$$\frac{\text{अग्रा}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{क}}{\text{भु}}$$

$$\therefore \text{कुज्या} = \frac{\text{अग्रा} \times \text{भु}}{\text{क}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

ज्ञाताच्च साध्यादितरे भवंति
यद्वा गुणच्छेदविपर्ययेण ॥ २८ ॥
दोः कोटिवर्गैक्यपदं श्रुतिः स्यात्
तत्कोटिवर्गांतरतः पदं दोः ।
दोः कर्णवर्गांतरतश्च कोटि-
र्द्वाभ्यां तृतीया यदि वा स्युरेवम् ॥ २९ ॥

दोन अक्षक्षेत्रांवरून एकादी बाजू समजली असतां बाकीच्या बाजू काढतां येतात. अथवा गुणक व भाजक ह्यांचा व्यत्यास करून किंमती काढाव्या.

कोणत्याही भुजवर्गामध्यें कोटिवर्ग मिळवून जी बेरीज होईल तिचें वर्गमूळ काढिलें असतां कर्णाची किंमत येते.

कर्णवर्गामध्यें कोटिवर्ग वजा करून बाकीचें वर्गमूळ काढलें असतां भुजाची किंमत येते.

कर्णवर्गांतून भुजवर्ग वजा करून बाकीचें वर्गमूळ काढिलें असतां कोटीची किंमत येते.

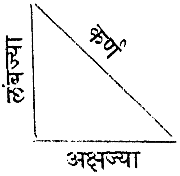
ह्यांची उपपत्ति लीलावतीमध्यें क्षेत्रव्यवहारांत दिली आहे, ती पहा.

त्रिषष्टिरत्रानयनप्रभेदा-
स्तावत्स्युरेवं पललंबमौर्व्योः ।
अग्रादिकानां शतशः प्रभेदै-
र्लंबादयोपि स्युरनंतभेदाः ॥ ३० ॥

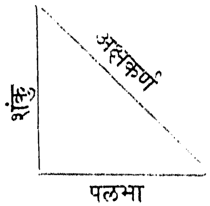
मागें जीं अक्षक्षेत्रें दिलीं आहेत त्यांवरून अक्षज्या व लंबज्या ह्या दोन्ही मिळून ६३ त्रेसस्ट तऱ्हेनें काढतां येतात. व अग्रादिकांचे शेंकडों भेद घेऊन लंबज्यादिकांच्या किंमति अनंत तऱ्हेनें काढतां येतील.

उपपत्ति.

येथें लंबज्या व अक्षज्या ह्यांचे ६३ भेद कसे होतात हें स्पष्ट रीतीनें दाखवितों.



हें क्षेत्र लंबज्या व अक्षज्या यांनीं झालेलें आहे. ह्याच्य जोडीस



हें अक्षक्षेत्र घेऊन ह्या दोन सरूप त्रिकोणांवरून

$$\frac{\text{लंबज्या}}{\text{अक्षज्या}} = \frac{\text{शंकु}}{\text{पलभा}}$$

शंकु नेहमीं १२ असतो.

$$\therefore \text{लंबज्या} = \frac{\text{अक्षज्या} \times १२}{\text{पलभा}} \quad \ldots \quad \ldots (१)$$

$$\text{अक्षज्या} = \frac{\text{लंबज्या} \times \text{पलभा}}{१२} \quad \ldots \quad \ldots (२)$$

$$\frac{\text{कर्ण}}{\text{लंबज्या}} = \frac{\text{अक्षकर्ण}}{१२}$$

$$\therefore \text{लंबज्या} = \frac{१२\ \text{कर्ण}}{\text{अक्षकर्ण}} \quad \ldots \quad \ldots (३)$$

$$\frac{\text{कर्ण}}{\text{अक्षज्या}} = \frac{\text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}}$$

$$\therefore \text{अक्षज्या} = \frac{\text{कर्ण} \times \text{पलभा}}{\text{अक्षकर्ण}} \quad \ldots \quad \ldots (४)$$

आतां समीकरण (१), (२); (४)

या मध्यें पलभा $= \sqrt{\text{अक्षकर्ण}^{२} - १४४}$

ही किंमत ठेऊन

$$\text{लंबज्या} = \frac{१२ \text{ अक्षज्या}}{\sqrt{\text{अक्षकर्ण}^{२} - १४४}} \ldots \quad \ldots \quad (५)$$

$$\text{अक्षज्या} = \frac{\text{लंबज्या}\sqrt{\text{अक्षक}^{२} - १४४}}{१२} \ldots \quad \ldots (६)$$

$$\text{अक्षज्या} = \frac{\text{कर्ण}\sqrt{\text{अक्षकर्ण}^{२} - १४४}}{\text{अक्षकर्ण}} \ldots \quad \ldots (७)$$

आतां समीकरण (३), (४) मध्यें

अक्षकर्ण $= \sqrt{\text{पलभा}^{२} + १४४}$

ही किंमत ठेऊन

$$\text{लंबज्या} = \frac{१२ \text{ कर्ण}}{\sqrt{\text{पलभा}^{२} + १४४}} \ldots \quad \ldots \quad (८)$$

$$\text{अक्षज्या} = \frac{\text{कर्ण} \times \text{पलभा}}{\sqrt{\text{पलभा}^{२} + १४४}} \ldots \quad \ldots \quad \ldots (९)$$

याप्रमाणें लंबज्या व अक्षज्या ह्यांनीं झालेलें अक्षक्षेत्र मुख्य धरून बाकीच्या सात अक्षक्षेत्रांपैकीं शंकु व पलभा ह्यांनीं झालेल्या अक्षक्षेत्राशीं या मुख्य अक्षक्षेत्राचा संबंध लावून ९ समीकरणें तयार करून दाखविलीं. तेव्हां एका अक्षक्षेत्राच्या-संबंधानें लंबज्या व अक्षज्या यांचे भेद नऊ झाले. तसेंच बाकी-

ज्या सहा अक्षक्षेत्रांशीं मुख्यक्षेत्राचा जर संबंध लाविला तर त्यांतील प्रत्येकापासून नऊ नऊ भेद याप्रमाणें भेद ५४ होतील, व पूर्वी एका क्षेत्राशीं संबंध लावून दाखविलेले भेद ९ मिळून ६३ भेद अक्षज्या व लंबज्या आणण्याचे झाले. येथें ६३ च भेद होतात असें मात्र समजूं नये, आणखीही भेद रूपांतरांनीं दाखवितां येतील. ह्मणून आचार्यांनीं बहु प्रकारदर्शनार्थ असें वासनाभाष्यांत ह्मटलें.

अग्राकृतिं द्विगुणितां त्रिगुणस्य वर्गात्

त्यक्त्वा पदं तदिह कोणनरोऽक्षभाघ्नः ।

अर्कोद्धृतः फलयुजा सकृदग्रयासौ

सौम्ये फलेन वियुजा तु तया प्रसाध्यः ॥ ३१ ॥

या श्लोकांत अग्रेवरून कोणशंकु काढण्याची रीति दिली आहे. ती अशी—त्रिज्येच्या वर्गांतून अग्रेच्या वर्गाची दुप्पट वजा करून बाकीचें वर्गमूळ काढिलें असतां कोणशंकु स्थूल येतो. या कोणशंकूला पलभेनें गुणून १२ नीं भागून जें फल येईल, तें दक्षिण गोलार्धामध्यें सूर्य असल्यास अग्रेमध्यें मिळवावें व उत्तर गोलार्धामध्यें सूर्य असल्यास तें फल व अग्रा यांचें अंतर करावें. नंतर आलेल्या बेरजेस किंवा अंतरास अग्रा समजून पूर्ववत् वारंवार क्रिया फलभेद नाहींसा होईपर्यंत करावी ह्मणजे कोणशंकु बरोबर येतो.

उपपत्ति.

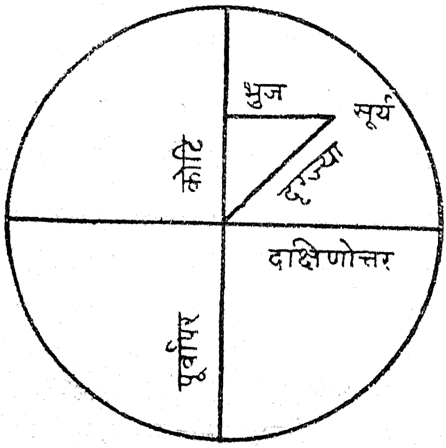
पूर्वापर वृत्तापासून ४५ अंश अंतरावर काढलेलें जें दृङ्मंडल त्यामध्यें सूर्य असतां त्याचा जो महाशंकु त्यास कोणशंकु असें ह्मणतात. हा कोणशंकु दृग्ज्या समजली असतां

कोणशंकु $= \sqrt{\text{त्रिज्या}^2 - \text{दृग्ज्या}^2}$ या सारणीनें काढितां येईल. परंतु

दृग्ज्या $= \sqrt{\text{भुज}^2 + \text{कोटि}^2}$

येथें भुज ह्मणजे सूर्यापासून पूर्वापर वृत्तापर्यंत अंतर व कोटि ह्मणजे सूर्यापासून याम्योत्तर वृत्तापर्यंत अंतर समजावें.

भुजकोटिदृग्ज्याभंगिः



कोणवृत्तामध्यें सूर्य असतां भुज व कोटि ह्या समान असतात. कारण भुज, कोटि व दृग्ज्या ह्यांनीं बनलेल्या काटकोनत्रिकोणामध्यें काटकोनावांचून जे दोन कोन आहेत ते ४५।४५ अंशांचेच आहेत. ह्मणून पूर्वीच्या सारणीचें रूप

$$\text{दृग्ज्या} = \sqrt{\text{भुज}^2 + \text{भुज}^2} = \sqrt{२\ \text{भुज}^2}$$

ही किंमत कोणशंकूच्या सारणीमध्यें ठेवून

$$\text{कोणशंकु} = \sqrt{\text{त्रिज्या}^2 - २\ \text{भुज}^2} \quad \ldots \quad \ldots \quad (१)$$

या सारणीवरून कोणशंकु काढण्यास भुजाची अपेक्षा आहे परंतु भुज माहीत नाहीं. फक्त अग्रा दिलेली आहे, करितां प्रथम अग्रा हाच भुज आचार्यांनीं मानिला.

$$\therefore \text{कोणशंकु} = \sqrt{\text{त्रिज्या}^2 - २\ \text{अग्रा}^2} \quad \ldots \quad (२)$$

हा स्थूल आला ह्मणून

$$\frac{१२}{पलभा} = \frac{कोणशंकु}{शंकुतल}$$

$$\therefore\ शंकुतल = \frac{पलभा \times कोणशंकु}{१२} \quad \ldots \quad (३)$$

$$अग्रा \pm शंकुतल = भुज \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (४)$$

हा भुज सुमाराचाच आला, कारण स्थूल कोणशंकूवरून शंकुतल आणिलेलें आहे, करितां ह्या भुजाची किंमत समीकरण (१) मध्यें ठेऊन पुनः कोणशंकु जो येईल तो खऱ्याच्या जवळ जवळ येईल. यापासून पुनः भुज काढिला असतां तोही खऱ्याच्याजवळ येईल. ह्याप्रमाणें फलभेद नाहींसा होईपर्यंत पुनः पुनः क्रिया केली असतां कोणशंकु बरोबर येईल हें उघड आहे. ह्मणून श्लोकाची इष्टसिद्धि झाली.

स सौम्यगोलो भदलं यदाद्यं
याम्योऽपरं सायनभागभानोः ।
क्रांतेः ककुब्गोलवशेन वेद्या
सदाक्षलंबा विह्याम्यसौम्यौ ॥ ३२ ॥

मेषसंपातापासून तुलासंपातापर्यंत ज्या सहा राशि त्यांस उत्तर गोल असें ह्मणतात. व तुलासंपातापासून मेषसंपातापर्यंत ज्या सहा राशि त्यांस दक्षिणगोल असें ह्मणतात. सायन सूर्यावरून जी क्रांति येते ती सायनसूर्य ज्या गोलामध्यें असेल त्याप्रमाणें उत्तर किंवा दक्षिण असते व आपल्या देशामध्यें नेहमीं अक्षांश हे दक्षिण व लंबांश हे उत्तर असतात.

पलावलंबा वपमेन संस्कृतौ
नतोन्नते ते भवतो दिवादले ।

लवादिकं वा नवतेर्विशोधितं

नतं भवेदुन्नतमुन्नतं नतम् ॥ ३३ ॥

अक्षांश व क्रांति ह्यांची संस्कृति केली असतां दोन प्रहरींचे सूर्याचे नतांश येतात. ह्मणजे उत्तरगोलार्धामध्यें सूर्य असून खमध्य व विषुववृत्त ह्यांच्यामध्यें सूर्य असतां अक्षांशांतून क्रांति वजा केली असतां सूर्याचे नतांश येतात. विषुववृत्त व दक्षिण-क्षितिज ह्यांच्यामध्यें सूर्य असतां अक्षांशामध्यें क्रांति मिळविली असतां सूर्याचे नतांश येतात व उत्तरक्रांति अक्षांशापेक्षां जास्त असल्यास क्रांतींतून अक्षांश वजा केले असतां नतांश येतात. तसेंच लंबांश हे क्रांतीनें संस्कृत केले असतां सूर्याचे दोन प्रहरीं-चे उन्नतांश होतात. ह्मणजे सूर्य विषुववृत्त व खमध्य यांमध्यें असतां लबांशामध्यें क्रांति मिळविली असतां सूर्याचे उन्नतांश होतात व सूर्य विषुववृत्त व दक्षिण क्षितिज यांच्यामध्यें असतां लंबांशांतून क्रांति वजा केली असतां सूर्याचे उन्नतांश होतात व अक्षांशापेक्षां उत्तरक्रांति अधिक असल्यास १८० अंशांतून लंबांश व क्रांति ह्या वजा केल्या असतां उन्नतांश येतात. ९० अंशांतून नतांश वजा केले असतां उन्नतांश येतात व ९० अंशांतून उन्नतांश वजा केले असतां नतांश येतात.

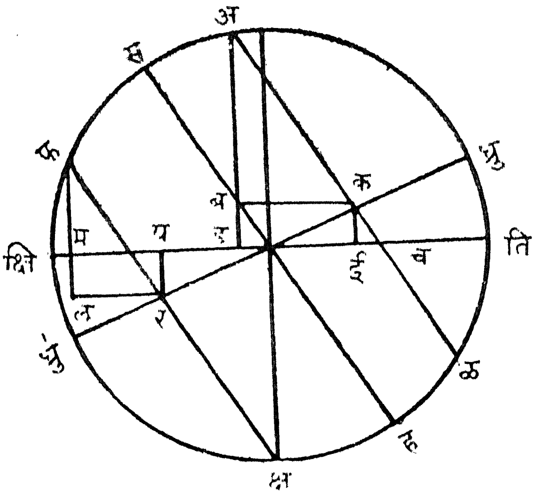
ह्या श्लोकाची उपपत्ति याम्योत्तर वृत्तावर सूर्यस्थानाची क-ल्पना करून उघड समजणारी आहे.

नतांशजीवा भवतीह दृग्ज्या
दिनार्धशंकुश्च तथोन्नतज्या ।
त्रिभज्यकोन्मंडलशंकुधाता-
च्चरज्ययाप्तं खलु यष्टिसंज्ञम् ॥ ३४ ॥
युतोनितोद्वृत्तनरेण यष्टिका
भवेदुदग्दक्षिणगोलयोर्नरः ।

नतांशज्येला दृग्ज्या ह्मणतात व उन्नतांशज्येला महाशंकु ह्मणतात. व दोन प्रहरींचा जो महाशंकु असतो त्यास दिनार्ध शंकु असें ह्मणतात.

त्रिज्या व उन्मंडलशंकु यांच्या गुणाकारास चरज्येनें भागून जें फल येईल त्यास यष्टि असें ह्मणतात. सूर्य उत्तरगोलार्धामध्यें असतां उन्मंडलशंकु व यष्टि यांच्या बेरजेनें दिनार्धशंकु येतो. व सूर्य दक्षिणगोलार्धामध्यें असतां यष्टींतून उन्मंडलशंकु वजा केला असतां दिनार्धशंकु होतो.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें फ स अ ध्रु हें याम्योत्तर वृत्त, ध्रु ध्रु हें उन्मंडल.

अळ = अहोरात्रवृत्त.

सह = विषुववृत्त.

फक्ष = अहोरात्रवृत्त.

अड = दिनार्धशंकु.

फल = दिनार्धशंकु.

अ ब = यष्टि.

क ई = उन्मंडलशंकु.

क ई = ब ड.

अ क = द्युज्या.

क च = कुज्या.

आतां क इ च आणि अ ब क हे दोन त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{द्युज्या}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{यष्टि}}{\text{उन्मंडलशंकु}}$$

$$\therefore \text{यष्टि} = \frac{\text{द्युज्या} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{कुज्या}}$$

$$\text{यांत } \frac{\text{द्युज्या}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{चरज्या}}$$

ही किंमत ठेऊन

$$\text{यष्टि} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{चरज्या}}$$

आतां उत्तर गोलार्धामध्यें सूर्य असतां

यष्टि + उन्मंडलशंकु = दिनार्धशंकु व दक्षिण गोलार्धांत सूर्य असतां

यष्टि—उन्मंडलशंकु = दिनार्धशंकु. हें आकृतीवरून स्पष्ट दिसेल ह्मणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

क्षितिज्ययैवं द्युगुणश्च सा हृति-
श्चरज्ययैवं त्रिगुणोपि सांत्यका ॥ ३५ ॥
हृतिस्त्रिमौर्व्या चरजीवयाथवा
हताद्युमौर्व्या क्षितिजीवयाथवा ।
भक्तांत्यका स्यादथवांत्यका या
हृतिर्गुणच्छेदविपर्ययेण ॥ ३६ ॥

उत्तर गोलार्धामध्यें सूर्य असतां द्युज्येमध्यें कुज्या मिळविली तर हृति होते, व दक्षिण गोलार्धामध्यें सूर्य असतां द्युज्येंतून कुज्या वजा केली असतां हृति होते. याचप्रमाणें उत्तर गोलीं त्रिज्येमध्यें चरज्या मिळविली असतां अंत्या होते व दक्षिण गोलीं त्रिज्येंतून चरज्या वजा केली असतां अंत्या होते.

हृतीला त्रिज्येनें गुणून द्युज्येनें भागिलें असतां अंत्या येते अथवा हृतीला चरज्येनें गुणून कुज्येनें भागिलें असतां अंत्या येते. त्याप्रमाणेंच अंत्येला द्युज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां हृति येते अथवा अंत्येस कुज्येनें गुणून चरज्येनें भागिलें असतां हृति येते.

उपपत्ति.

$$\text{द्युज्या} \pm \text{कुज्या} = \text{हृति}$$

हृति ही त्रिज्यावृत्तावर परिणत केली असतां अंत्या म्हणतात.

$$\therefore \frac{\text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{हृति}}{\text{अंत्या}}$$

$$\therefore \text{अंत्या} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{हृति}}{\text{द्युज्या}} \ldots \quad \ldots (१)$$

$$\text{तसेंच} \quad \frac{\text{कुज्या}}{\text{चरज्या}} = \frac{\text{हृति}}{\text{अंत्या}}$$

$$\therefore \text{अंत्या} = \frac{\text{चरज्या} \times \text{हृति}}{\text{कुज्या}} \ldots \quad \ldots \quad २)$$

वरील दोन समीकरणांपासून

$$\text{हृति} = \frac{\text{द्युज्या} \times \text{अंत्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\text{हृति} = \frac{\text{कुज्या} \times \text{अंत्या}}{\text{चरज्या}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

अंत्याथवोन्मंडलशंकुनिघ्नी
चरज्ययाप्ता स दिनार्धशंकुः।
हृतिः पलक्षेत्रजकोटिनिघ्नी
तत्कर्णभक्ता यदि वा सशंकुः ॥ ३७ ॥

अंत्येला उन्मंडलशंकूनें गुणून चरज्येनें भागिलें असतां दिनार्धशंकु येतो. अथवा अक्षक्षेत्रांपैकीं कोणत्याही क्षेत्राच्या कोटीनें हृतीला गुणून त्याच क्षेत्राच्या कर्णानें भागिलें असतां दिनार्धशंकु येतो.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{कुज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{हृति}}{\text{दिनार्धशंकु}}$$

$$\therefore \text{दिनार्धशंकु} = \frac{\text{हृति} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{कुज्या}}$$

यांत $\frac{\text{हृति}}{\text{कुज्या}} = \frac{\text{अंत्या}}{\text{चरज्या}}$ ठेवून

$$\text{दिनार्धशंकु} = \frac{\text{अंत्या} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{चरज्या}}$$

व $\frac{\text{हृति}}{\text{दिनार्धशंकु}} = \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}$

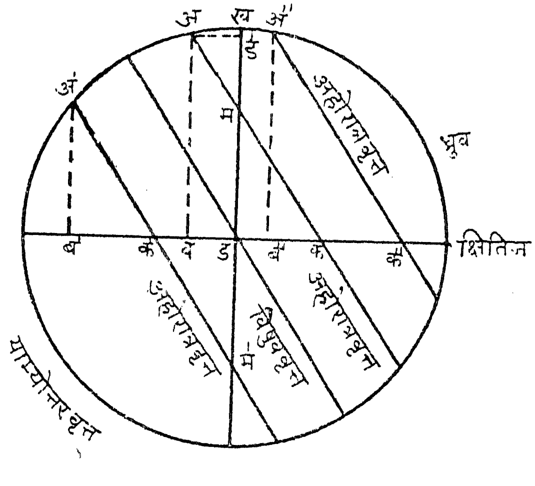
$$\therefore \text{दिनार्धशंकु} = \frac{\text{हृति} \times \text{कोटि}}{\text{कर्ण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

हृतिः पलक्षेत्रभुजेन निघ्नी
तत्कर्णभक्ताग्रकयोनयुक्ता ।
गोलक्रमात्स्यादथवात्र दृग्ज्या
याम्याथ सौम्या विपरीतशुद्धौ ॥ ३८ ॥

अक्षक्षेत्रांपैकीं कोणत्याही क्षेत्रांतील भुजानें हृतीला गुणून त्याच क्षेत्रांतील कर्णानें भागून जें फल येईल; त्यांतून उत्तर-गोलीं अग्रा वजा करावी व दक्षिणगोलीं त्यांत अग्रा मिळविली असतां दिनार्धदृग्ज्या येते, व ती दक्षिण समजावी. आणि उत्तर-गोलीं अग्रा वजा न गेल्यास अग्रेंतून तें फल वजा करावें ह्मणजे ती उत्तरादिनार्ध दृग्ज्या होईल.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें अ ब क, अ' ब' क', अ'' ब'' क'', हे तिन्ही त्रिकोण अक्षक्षेत्रस्वरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{अक}}{\text{बक}} = \frac{\text{हृति}}{\text{भुज}} = \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजभुज}}$$

$$\therefore \text{बक} = \frac{\text{हृति} \times \text{अक्षक्षेत्रजभुज}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}$$

ब क−ड क = ब ड = अ ड'

∴ ब क−अग्रा = दिनार्धदृग्ज्या

तसेंच

सूर्य अ' स्थळीं असतां

ब' ड = दिनार्धदृग्ज्या

∴ ब' क'+अग्रा=दिनार्धदृग्ज्या.

तसेंच

सूर्य अ'' स्थळीं असतां

अग्रा−ब'' क'' = ब'' ड = दिनार्धदृग्ज्या

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

गोलक्रमात्तद्धृतिहीनयुक्ता
हृतिः पलक्षेत्रभुजेन निघ्नी ।
तत्कर्णभक्ता भवतीह दृग्ज्या
प्रद्योतने वा द्युदलं प्रयाते ॥ ३९ ॥

उत्तरगोलीं हृतींतून तद्धृति वजा करावी व दक्षिणगोलीं हृतीमध्यें तद्धृति मिळवावी. जी वजाबाकी किंवा बेरीज होईल, तिला अक्षक्षेत्रांतील भुजानें गुणून त्यांतील कर्णानें भागिलें असतां दिनार्धदृग्ज्या होते.

उपपत्ति.

मागील श्लोकाच्या उपपत्तींतील आकृतीकडे पहा. त्यांत अ म ड हा त्रिकोण अक्षक्षेत्रस्वरूप आहे.

व हृति = अ क आणि

तद्धृति = म क आहेत.

$$\therefore \frac{\text{हृति} - \text{तद्धृति}}{\text{अ ड}'} = \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजभुज}}$$

$$\therefore \text{अ ड}' = \frac{(\text{हृति} - \text{तद्धृति}) \times \text{अक्षक्षेत्रजभुज}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}$$

$$\text{अ ड}' = \text{दिनार्धदृग्ज्या}$$

आणि दक्षिण गोलार्धामध्यें

$$\frac{\text{हृति} + \text{तद्धृति}}{\text{दिनार्ध दृग्ज्या}} = \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजभुज}}$$

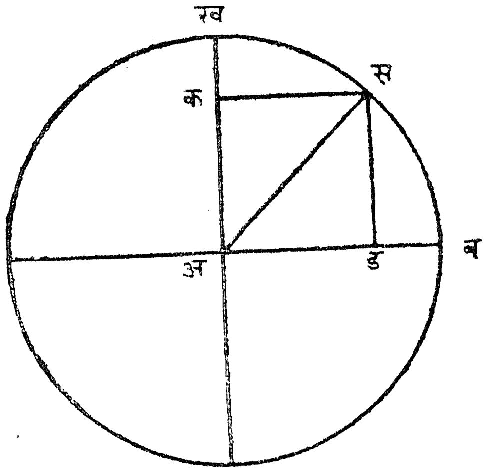
$$\therefore \text{दिनार्धदृग्ज्या} = \frac{(\text{हृति} + \text{तद्धृति})\ \text{अक्षक्षेत्रजभुज}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

त्रिज्या नृचापोत्क्रमजीवयोना
दृग्ज्या भवेदेवमतो नरो वा ।
एवं हि दृग्ज्या यदि वाखिलानां
विदिक्समोद्वृत्तनरादिकानाम् ४० ॥

त्रिज्येंतून शंकुचापाची उत्क्रमज्या वजा केली असतां दृग्ज्या होते व त्रिज्येंतून दृग्ज्याचापाची उत्क्रमज्या वजा केली असतां शंकु होतो. याचप्रमाणें कोणशंकु, समशंकु, उन्मंडलशंकु इत्यादि सर्व शंकूपासून दृग्ज्या काढितां येतील.

उपपत्ति.



येथें स ड = शंकु

स ब = शंकुचाप

ड ब = शंकुचापाची उत्क्रमज्या

क स = दृग्ज्या

ख स = दृग्ज्या चाप

क ख = दृग्ज्या चापाची उत्क्रमज्या

आतां अ ड = क स = त्रिज्या − ड ब

∴ दृग्ज्या = त्रिज्या − शंकुचापोत्क्रमज्या

तसेंच स ड = अ क = त्रिज्या − क ख

∴ शंकु = त्रिज्या − दृग्ज्याचापोत्क्रमज्या

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

दृग्ज्यात्रिजीवे रविसंगुणे ते
शंकूद्धृते भाश्रवणौ भवेताम् ।

त्रिज्याक्षकर्णेन गुणा विभक्ता
हृत्या श्रुतिर्वा दिनमध्यगेऽर्के ॥ ४१ ॥

दृग्ज्येला १२ नीं गुणून महाशंकूनें भागिलें असतां छाया येते; त्रिज्येला १२ नीं गुणून महाशंकूनें भागिलें असतां छायाकर्ण येतो; आणि त्रिज्येला अक्षकर्णानें गुणून हृतीनें भागिलें असतां मध्यान्हीचा छायाकर्ण येतो.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{दृग्ज्या}}{\text{महाशंकु}} = \frac{\text{छाया}}{१२}$$

$$\therefore \text{छाया} = \frac{१२ \times \text{दृग्ज्या}}{\text{महाशंकु}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (१)$$

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}} = \frac{\text{छायाकर्ण}}{१२}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{\text{त्रिज्या} \times १२}{\text{महाशंकु}} \quad \ldots\ldots\ldots (२)$$

$$\frac{\text{हृति}}{\text{महाशंकु}} = \frac{\text{अक्षकर्ण}}{१२}$$

$$\therefore \text{महाशंकु} = \frac{१२ \times \text{हृति}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

$$\frac{\text{महाशंकु}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{१२}{\text{मध्यान्हकर्ण}}$$

$$\therefore \text{मध्यान्हकर्ण} = \frac{१२ \times \text{त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}}$$

यांत महाशंकूची किंमत ठेवून

$$\text{मध्यान्हकर्ण} = \frac{\text{१२} \times \text{त्रिज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}{\text{१२} \times \text{हात}}$$

$$\therefore \text{मध्यान्हछायाकर्ण} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}{\text{हात}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

युक्तायनांशार्कबृहद्भुजज्यया
खरामतिथ्यभ्रभुवो हृताः परः ।
पलश्रुतिघ्नः पलभाविभाजितः
परोऽथवोन्मृत्तगते रवौ श्रुतिः ॥ ४२ ॥

सायनरवीची ३४३८ त्रिज्येनें जी भुजज्या येईल, तिनें १०१५३० या संख्येस भागून जें फल येईल त्यास पर अशी संज्ञा द्यावी. नंतर त्या परास अक्षकर्णानें गुणून पलभेनें भागिलें असतां उन्मंडलगतसूर्याचा छायाकर्ण येतो.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परक्रांतिज्या}} = \frac{\text{रविदोर्ज्या}}{\text{क्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{रविदोर्ज्या} \times \text{परमक्रांतिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\frac{\text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}} = \frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}}$$

$$\therefore \text{उन्मंडलशंकु} = \frac{\text{पलभा} \times \text{क्रांतिज्या}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

यांत क्रांतिज्येची मागील किंमत ठेवून

$$\text{उन्मंडलशंकु} = \frac{\text{पलभा} \times \text{रविदोर्ज्या} \times \text{परक्रांतिज्या}}{\text{त्रिज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}$$

$$\frac{\text{उन्मंडलशंकु}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{१२}{\text{छायाकर्ण}}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{१२ \times \text{त्रिज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}}$$

यांत उन्मंडलशंकूची मागील किंमत ठेवून

$$\text{छायाकर्ण} = \frac{१२ \times \text{त्रिज्या} \times \text{त्रिज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा} \times \text{रविदोर्ज्या} \times \text{परक्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{१२ \times \text{त्रिज्या}^२}{\text{परमक्रांतिज्या}} \times \frac{\text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}}$$

$$\text{येथें } \frac{१२ \times \text{त्रिज्या}^२}{\text{परमक्रांतिज्या}} = \frac{१२ (३४३८)^२}{१३९७} =$$

$$१०१५३० = \text{परसंज्ञा}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{\text{पर} \quad \text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

परोक्षभासंगुणितोक्षकर्ण

भक्तोऽथवा स्यात्समवृत्तकर्णः

परसंज्ञकास पलभेनें गुणून अक्षकर्णानें भागिलें असतां समवृत्तांतील सूर्याचा छायाकर्ण येतो.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{पलभा}}{\text{अक्षकण}} = \frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{समशंकु}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{\text{क्रांतिज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}}$$

$$\text{यांत क्रांतिज्या} = \frac{\text{रविदोर्ज्या} \times \text{परक्रांतिज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ही किंमत ठेवून

$$\text{समशंक} = \frac{\text{अक्षकर्ण} \times \text{रविदोर्ज्या} \times \text{परक्रांतिज्या}}{\text{पलभा} \times \text{त्रिज्या}}$$

$$\frac{\text{समशंकु}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{१२}}{\text{छायाकर्ण}}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{\text{१२} \times \text{त्रिज्या}}{\text{समशंकु}}$$

यांत वरील समशंकूची किंमत ठेवून

$$\text{छायाकर्ण} = \frac{\text{१२} \times \text{त्रिज्या} \times \text{त्रिज्या} \times \text{पलभा}}{\text{परमक्रांतिज्या} \times \text{रविदोर्ज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}$$

$$\text{येथें } \frac{\text{१२} \times \text{त्रि}^{2}}{\text{परक्रांतिज्या}} = \text{१०१५३०} = \text{परसंज्ञा}$$

$$\therefore \text{छायाकण} = \frac{\text{पर} \times \text{पलभा}}{\text{रविदोर्ज्या} \times \text{अक्षकर्ण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

उद्वृत्तकर्णश्चरशिंजिनिघ्नो
भक्तोंत्यया वा श्रवणो दिनार्धे ॥ ४३ ॥
उद्वृत्तकर्णः समवृत्तकर्णः
क्षितिज्यया तद्धृतिसंज्ञया च ।
क्रमेण निघ्नौ विहृतौ च हृत्या
दिनार्धकर्णावथवा भवेताम् ॥ ४४ ॥

उन्मंडलकर्णास चरज्येनें गुणून अंत्येनें भागिलें असतां मध्यकर्ण येतो.

अथवा उन्मंडलकर्णास कुज्येनें गुणून हृतीनें भागिलें असतां मध्यकर्ण येतो.

अथवा समवृत्तकर्णास तद्धृतीनें गुणून हृतीनें भागिलें असतां मध्यकर्ण येतो.

उपपत्ति.

अंत्येचें अधःखंड जें चरज्यारूप = च धरून

च : उन्मंडलकर्ण : : अंत्या

हें त्रैराशिक व्यस्त आहे. प्रमाणांकापेक्षां इच्छांक जास्त असून उत्तर कमी येत असल्यास व्यस्त त्रैराशिक होतें. येथें फलरूप मध्यकर्ण हा उन्मंडलकर्णापेक्षां कमी येणारा आहे.

$$\therefore \text{मध्यकर्ण} = \frac{\text{उन्मंडलकर्ण} \times \text{चरज्या}}{\text{अंत्या}}$$

तसेंच, कुज्या : उन्मंडलकर्ण : : हृति

हेंही व्यस्त त्रैराशिक आहे.

$$\therefore \text{मध्यकर्ण} = \frac{\text{कुज्या} \times \text{उन्मंडलकर्ण}}{\text{हृति}}$$

तसेंच, तद्धृति : सममंडलकर्ण :: हृति

हें व्यस्त त्रैराशिक आहे.

$$\therefore \text{ मध्यकर्ण } = \frac{\text{सममंडलकर्ण} \times \text{तद्धृति}}{\text{हृति}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

याम्योदक्समकोणभाः किल कृताः कैश्चित् पृथक्साधनै-
र्यास्तद्दिग्विवरांतरांतरगता याः पृच्छकेच्छावशात् ।
ता एकानयनेन चानयति यो मन्ये तमन्यं भुवि
ज्योतिर्विद्वदनारविंदमुकुलप्रोद्बोधने भास्करम् ॥ ४५ ॥

पूर्वाचार्यांनीं दक्षिणोत्तर, पूर्वापर व कोणगत अशा छाया पृथक् पृथक् रीतींनीं आणावयास सांगितलेल्या आहेत. परंतु रीति कांहीं एकच नाहींत, करितां जो मनुष्य त्या तिन्ही प्रकारच्या छाया व पृच्छकानें विचारलेली कोणत्याही दिशेची इष्टच्छाया ह्या एकाच रीतीनें आणून दाखवील, त्यास या भूतलावरील गणकमुखकमलांच्या कळ्या विकसित करणारा दुसरा सूर्यच असें समजूं.

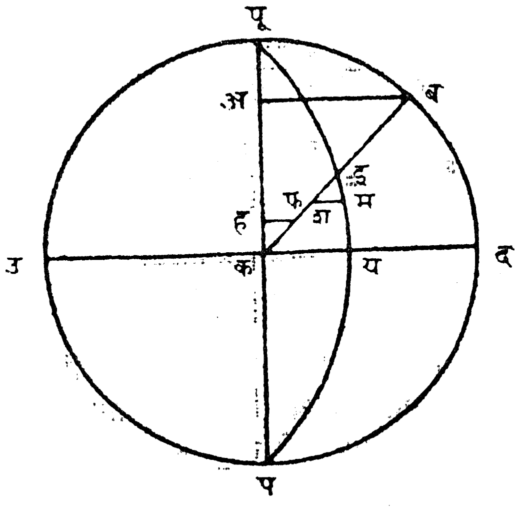
चक्रांशकांके क्षितिजाख्यवृत्ते
प्राक्स्वस्तिकाभीष्टदिशोस्तु मध्ये ।
येंऽशा स्थितास्तेऽत्र दिगंशकाख्या-
स्तज्ज्यात्र दिग्ज्येत्यपरे विभागे ॥ ४६ ॥

३६० अंशांनीं चिन्हित अशा क्षितिज वृत्तावर खस्थपदार्थातून जाणारें दृङ्मंडल क्षितिजास ज्या स्थळीं स्पर्श करील त्या बिंदूपासून पूर्वस्वस्तिकापर्यंत जें अंशात्मक अंतर असेल त्यास दिगंश असें ह्मणतात. व दिगंशांच्या भुजज्येस दिग्ज्या ह्मणतात. याचप्रमाणें पश्चिमेकडेही दिगंश मानावेत.

पलप्रभाव्यासदलेन निघ्नी
दिग्ज्योद्धृता तां पलभां प्रकल्प्य ।
साध्याक्षजीवाथ तया विनिघ्नी
स्वाक्षज्ययाप्तापमशिंजिनी च ॥ ४७॥
ताभ्यां दिनार्धद्युतिवद्विदध्या-
दभीष्टदिक्स्थे द्युमणौ द्युतिंवा ।

पलभेस त्रिज्येनें गुणून दिग्ज्येनें भागावें, जें फल येईल त्यास पलभा कल्पना करून तीपासून इष्ट अक्षज्या साधावी. नंतर त्या अक्षज्येनें क्रांतिज्येला गुणून स्वाक्षज्येनें भागून जें इष्ट क्रांतिज्यारूप फल येईल, तें व इष्ट अक्षज्या यापासून नतांश आणावेत, नंतर दिनार्ध छायेप्रमाणें अभीष्ट सूर्याची छाया साधन करावी.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें पू द प उ हें क्षितिज, पू य प विषुववृत्त फ या स्थळीं सूर्य आहे. क य = स्वाक्षज्या, फ म = सूर्यक्रांतिज्या, अ ब = दिग्ज्या, क फ ब हें सूर्यातून जाणारें दृङ्मंडल, क फ ही सूर्याची नतांशज्या आहे असें समजा.

आतां अशी कल्पना करूं कीं, सूर्य हा विषुववृत्तामध्यें इ ह्या स्थळीं आहे व त्या वेळीं द्वादशांगुल शंकु श ह्या ठिकाणीं असून त्याचें छायाग्र क ह्या केंद्रांत आहे. तेव्हां ह श ही पलभा होईल. कारण ज्याअर्थीं शंकुछायेचें अग्र केंद्रामध्यें आहे, त्या-अर्थीं शंकुछायेचें अग्र विषुववृत्ताच्या पातळीमध्यें आहे असें झालें, व इ हा बिंदु म्हणजे सूर्य हा विषुववृत्तामध्यें आहे असें मानिलेलें आहे. म्हणून क इ रेषा विषुववृत्ताच्या पातळीमध्यें आहे असें झालें. तेव्हां शंकूचें अग्रही विषुववृत्ताच्या पातळीमध्यें असलें पाहिजे. व असें विषुवदिनीं शंकूचें अग्र विषुववृत्ताच्या पातळींत रहाण्यास पूर्वापररेषेपासून शंकूचें अंतर सारखेंच पाहिजे म्हणजे छायाग्र केंद्रामध्यें येईल. म्हणून तें अंतर दोन प्रहराच्या छायेइतकें म्हणजे पलभेइतकें असलें पाहिजे हें उघड आहे.

आतां अ ब क आणि ह श क हे दोनही त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{अ ब}}{\text{ब क}} = \frac{\text{ह श}}{\text{श क}}$$

$$\therefore \text{श क} = \frac{\text{ब क} \times \text{ह श}}{\text{अ ब}}$$

$$\therefore \text{श क} = \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{पलभा}}{\text{दिग्ज्या}}$$

ही किंमत विषुववृत्तांत सूर्य असतां द्वादशांगुल शंकूच्या छायेची आहे. यासच आचार्यांनीं पलभा मानून इष्ट अक्षज्या साधण्यास सांगितलें आहे ती साधूं—

$$(\text{शक})^2 + \text{शंकु}^2 = \text{छायाकर्ण}^2$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \sqrt{\text{शक}^2 + \text{शंकु}^2}$$

हा छायाकर्ण इ स्थळीं सूर्य असतां झाला.

आतां $\dfrac{\text{छायाकर्ण}}{\text{श क}} = \dfrac{\text{त्रिज्या}}{\text{क इ}}$

$\therefore \text{क इ} = \dfrac{\text{श क} \times \text{त्रिज्या}}{\text{छायाकर्ण}}$

ह्या क इ किंमतीस इष्टाक्षज्या असें नांव दिलेलें आहे.

आतां इ क य आणि इ फ म हे दोन्ही त्रिकोण सरूप आहेत.

$\therefore \dfrac{\text{क य}}{\text{क इ}} = \dfrac{\text{फ म}}{\text{फ इ}}$

$\therefore \text{फ इ} = \dfrac{\text{क इ} \times \text{फ म}}{\text{क य}}$

$\therefore \text{फ इ} = \dfrac{\text{इष्ट अक्षज्या} \times \text{क्रांतिज्या}}{\text{स्वाक्षज्या}}$

ह्या फ इ किंमतीस इष्ट क्रांतिज्या नांव दिलेलें आहे.

आतां क इ–फ इ = क फ किंवा फ बिंदु इ ब यामध्यें

असता तर क इ + फ इ = क फ

आणि क फ ही इष्ट दिवशीं सूर्याची नतांशज्या आहे. ह्मणून हिच्यावरून महाशंकु निघेल.

नंतर $\dfrac{\text{त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}} = \dfrac{\text{छायाकर्ण}}{१२}$

$\therefore \text{छायाकर्ण} = \dfrac{१२ \text{ त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}}$

आणि छाया $= \sqrt{\text{छायाकर्ण}^{२} - १४४}$

यावरून इच्छादिक्छाया निघेल.

म्हणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

एवं कृते ये पलभागकाः स्यु-
स्तद्धीनखाष्टेंदुमिताश्च येंऽशाः ॥ ४८ ॥
तांश्चाक्षभागान् प्रविकल्प्य साध्या-
द्विधेष्टदिग्भा यदि दिग्लवज्या ।
अल्पाग्रकायाः खलु सौम्यगोले
याम्ये तु तस्यां दिशि भैव नास्ति ॥ ४९ ॥

मागच्या श्लोकामध्यें जी इष्टाक्षज्या साधावयास सांगितली आहे, तीवरून जे पलांश येतील ते १८० अंशांतून वजा करून शेषांशांस पलांश मानून त्यांपासून पूर्वोक्त पद्धतीनें छायासाधन करावें. जर अग्रेपेक्षां दिग्ज्या कमी असून उत्तरगोल असेल तर इष्टदिक्संबंधीं दोन छाया येतील आणि दक्षिणगोल असल्यास त्या दिशेस छाया मुळींच येणार नाहीं. कारण त्या स्थितीमध्यें सूर्य क्षितिजाच्या खालीं असतो.

उपपत्ति.

उत्तर गोलामध्यें दृङ्मंडल हें एखाद्या अहोरात्रवृत्तास पूर्वाण्हीं किंवा अपराण्हीं दोन स्थळीं स्पर्श करील असा संभव आहे. तेव्हां दिगंश समान असून दोन वेळच्या भिन्न छाया आल्या पाहिजेत हें उघड आहे. करितां मागील श्लोकाच्या उपपत्तीच्या आकृतीमधील क इ या इष्टाक्षज्येवरून जे पलांश येतील ते १८० अंशांतून वजा करून शेषास अक्षांश मानिले. कारण विषुववृत्तास दृङ्मंडल हें दोन बिंदूंत १८० अंश अंतरानें छेदितें. तेव्हां मागील आकृतीपैकीं इ हा बिंदु संपातस्थळ आहे म्हणून तत्सजातीय बिंदु १८० अंशावरचा घेतला हें सर्व गोलावर स्पष्ट दिसून येईल.

व्यासार्धवर्गः पलभाकृतिघ्नो
दिग्ज्याकृतिर्द्वादशवर्गनिघ्नी ।
तत्संयुतिः स्यात्प्रथमस्तथान्य--
स्त्रिज्याक्षभाग्राभिहतेस्ततस्तौ ॥ ५० ॥
दिग्ज्याग्रयोर्वर्गवियोगभक्तौ
यदन्यवर्गेण युताद्यराशेः ।
पदं तदन्योनयुतं श्रुतिर्वा
गोलक्रमादिष्टदिशं गतेऽर्के ॥ ५१ ॥
स्यादग्रकाग्रा यदि दिग्ज्यकाल्पा
तदान्यवर्गात्प्रथमेन हीनात् ।
मूलेन हीनः सहितो द्विधान्यः
कर्णद्वयं स्यादिति सौम्यगोले ॥ ५२ ॥

ह्या श्लोकांमध्यें इष्टदिक्छाया आणण्याचा प्रकार सांगितला आहे, तो असाः—

त्रिज्येच्या वर्गास पलभेच्या वर्गानें गुणून जो गुणाकार होईल, त्यामध्यें दिग्ज्येच्या वर्गास १४४ नीं गुणून आलेला गुणाकार मिळवावा. जी बेरीज होईल तिला दिग्ज्यावर्ग व अग्रावर्ग यांच्या अंतरानें भागून जो भागाकार येईल त्यास प्रथम अशी संज्ञा द्यावी. तसेंच त्रिज्या पलभा व अग्रा ह्यांच्या गुणाकारास दिग्ज्यावर्ग व अग्रावर्ग ह्यांच्या अंतरानें भागून जो भागाकार येईल त्यास अन्य अशी संज्ञा द्यावी. नंतर अन्यसंज्ञकाच्या वर्गामध्यें प्रथम संज्ञक मिळवून त्याचें वर्गमूळ काढावें. त्यांतून उत्तरगोलीं अन्य संज्ञक वजा करावा. आणि दक्षिणगोलीं त्या वर्गमूळामध्यें अन्य संज्ञक मिळवावा म्हणजे इष्टदिक्छायाकर्ण येतो. येथें अग्रेपेक्षां दिग्ज्या कमी असल्यास अन्यसंज्ञकाच्या वर्गांतून प्रथमसंज्ञक वजा करून बाकीचें वर्गमूळ काढावें. नंतर तें अन्यामध्यें मिळवावें व अन्यांतून वजा करावें म्हणजे उत्तरगोलीं दोन प्रकारचे छायाकर्ण येतात.

उपपत्ति.

अग्रा = अ; दिग्ज्या = द;

पलभा = प; त्रिज्या = त्रि;

आणि क्ष = छायाकर्ण.

याप्रमाणें संज्ञा देऊन—

$$\frac{\text{क्ष}}{१२} = \frac{\text{त्रि}}{\text{महाशंकु}}$$

$$\therefore \text{महाशंकु} = \frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क्ष}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (१)$$

$$\text{त्रि}^{२} - \text{महाशंकु}^{२} = \text{नतांशज्या}^{२}$$

$$\therefore \text{नतांशज्या} = \sqrt{\text{त्रि}^{२} - \left(\frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क्ष}}\right)^{२}}$$

$$\therefore \text{नतांशज्या} = \frac{\text{त्रि}}{\text{क्ष}} \sqrt{\text{क्ष}^{२} - १४४} \quad \ldots\ldots\ldots (२)$$

$$\text{आतां} \quad \frac{१२}{\text{प}} = \frac{\text{महाशंकु}}{\text{शंकुतल}}$$

$$\therefore \text{शंकुतल} = \frac{\text{प} \times \text{महाशंकु}}{१२}$$

यांत समीकरण (१) मधील महाशंकूची किंमत ठेवून

$$\text{शंकुतल} = \frac{\text{प. त्रि}}{\text{क्ष}}$$

$$\therefore \text{भुज} = \text{अ} \mp \frac{\text{प त्रि}}{\text{क्ष}} \ldots\ldots\ldots (३)$$

येथें – हें चिन्ह सूर्य उत्तरगोलीं असतां व + हें चिन्ह सूर्य दक्षिणगोलीं असतां समजावें.

आतां $\frac{\text{नतांशज्या}}{\text{भुज}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{दिग्ज्या}}$

$\therefore$ नतांशज्या × दिग्ज्या = भुज × त्रिज्या

यांत समीकरण (२) व (३) यांतील किंमती ठेऊन

$$\frac{\text{त्रि}}{\text{क्ष}}\sqrt{\text{क्ष}^2 - १४४} \times \text{द} = \left(\text{अ} \mp \frac{\text{पत्रि}}{\text{क्ष}}\right)\text{त्रि}$$

$$\therefore \text{द}\sqrt{\text{क्ष}^2 - १४४} = \text{अक्ष} \mp \text{प.त्रि}$$

उभयपक्षांचे वर्ग करून

$$\text{दक्ष}^2 - १४४\,\text{द}^2 = \text{अ}^2\text{क्ष}^2 \mp २\,\text{पत्रि अक्ष} + \text{प}^2\,\text{त्रि}^2$$

$$\therefore (\text{द}^2 - \text{अ}^2)\,\text{क्ष}^2 \pm २\ \text{पत्रि अक्ष} = \text{प}^2\,\text{त्रि} + १४४\,\text{द}^2$$

$$\therefore \text{क्ष}^2 \pm २\,\frac{\text{प. त्रि. अ}}{\text{द}^2 - \text{अ}}\text{क्ष} = \frac{\text{प}^2\text{. त्रि.} + १४४\,\text{द}^2}{\text{द}^2 - \text{अ}^2}$$

येथ $\frac{\text{प}^2\text{. त्रि}^2 + १४४\,\text{द}^2}{\text{द}^2 - \text{अ}^2} = \text{प्रथम}$

आणि $\frac{\text{प. त्रि. अ}}{\text{द}^2 - \text{अ}^2} = \text{अन्य}$

अशा संज्ञा देऊन

$\text{क्ष}^2 \pm २\ \text{अन्य. क्ष} = \text{प्रथम}$..............(४)

हें वर्गसमीकरण सोडवून

$$\text{क्ष} = \sqrt{\text{प्रथम} + \text{अन्य}^2} \mp \text{अन्य}$$

येथें दिग्ज्या अग्रेपेक्षां कमी असल्यास (४) समीकरणाचें स्वरूप

$$\text{क्षे}^{2} - 2\ \text{अन्यक्ष} = -\ \text{प्रथम}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \text{अन्य} \pm \sqrt{\text{अन्य}^{2} - \text{प्रथम}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

कर्णाग्रया बाहुरिह प्रसाध्य
त्रिज्याहतोऽसौ प्रभया विभक्तः।
भवेत्प्रतीत्यर्थमियं च दिग्ज्या
तुल्यैव सा स्याच्छ्रवणद्वयेऽपि ॥ ५३ ॥

या अधिकारांतील श्लोक ७३ वरून कर्णवृत्ताग्रेच्या सहायानें भुज साधन करावें. नंतर त्या भुजास त्रिज्येनें गुणून छायेनें भागिलें असतां दिग्ज्या येईल. मागील श्लोकांत दोन छायाकर्ण येतात असें सांगितलें आहे. त्या पक्षीं वरील रीतीनें दिग्ज्या एकच येते. अशी प्रतीति मंद लोकांस उघड रीतीनें येईल.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{छाया}}{\text{भुज}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{दिग्ज्या}}$$

$$\therefore \text{दिग्ज्या} = \frac{\text{भुज} \times \text{त्रिज्या}}{\text{छाया}}$$

मागच्या श्लोकाच्या उपपत्तीमध्यें अखेरचीं जीं दोन समीकरणें उत्पन्न झालीं आहेत, त्यांवरून छायाकर्णाची किंमत काढितां येते. परंतु ती किंमत वर्गसमीकरणावरून काढिली आहे म्हणून त्याचीं दोन उत्तरें येणार हें उघड आहे. तथापि दिग्वैपरीत्येंकरून येतील व त्यांपासून दिग्ज्या ही समानच आली पाहिजे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

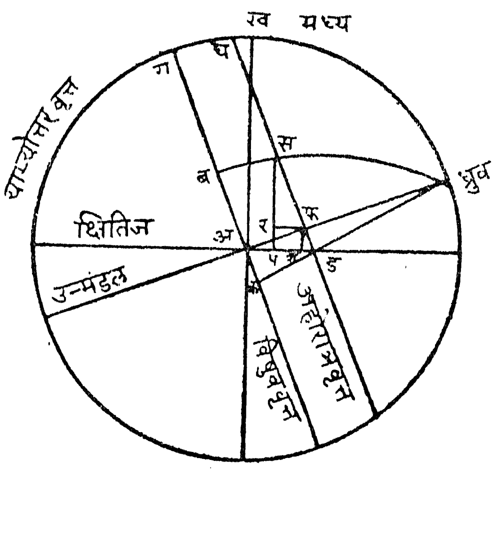
उक्ता प्रभाऽभिमतदिङ्नियमेन तावत्
तामेव कालनियमेन च वच्मि भूयः ।
स्यादुन्नतं द्युगतशेषकयोर्यदल्पं
तेनोनितं दिनदलं नतसंज्ञकं च ॥५४॥

मागें इष्टदिङ्नियमेंकरून द्वादशांगुल शंकूची छाया आणा-वयास सांगितली. आतां पुनः कालनियमेकरून तीच छाया आणण्याचा प्रकार सांगतों. प्रथमतः त्यास उपयुक्त अशा कांहीं गोष्टी सांगूं. दिनगतकाल व दिनशेषकाल यांमध्यें जो अल्प असेल त्यास उन्नतकाल असें ह्मणतात. व दिनार्धांतून उन्नतकाल वजा केला असतां बाकीस नतकाल असें म्हणतात.

अथोन्नतादूनयुताच्चरेण
क्रमादुदग्दक्षिणगोलयोर्ज्या ।
स्यात्सूत्रमेतत् गुणितं द्युमौर्व्या
व्यासार्धभक्तं च कलाभिधानम् ॥ ५५ ॥

उत्तरगोलीं उन्नतकालांतून चरकाल वजा केला असतां, व दक्षिणगोलीं उन्नतकालामध्यें चरकाल मिळविला असतां जो काल होईल त्याचे अंश करून जी भुजज्या होईल तिला सूत्र असें ह्मणतात व सूत्रास द्युज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागून जें फल येईल त्यास कला असें ह्मणतात.

सूत्रकलाभंगिः



ह्या आकृतीमध्यें अहोरात्र वृत्तामध्यें स ह्या स्थळीं सूर्य आहे.

∴ बक = उन्नतकालज्या

अक = चरज्या

ब अ = सूत्र

स फ = कला

सूत्रावरून कला आणणें झाल्यास

त्रिज्या : सूत्र :: द्युज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{कला} = \frac{\text{सूत्र} \times \text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

∴ इष्ट सिद्धि झाली.

सूत्रं कुजीवागुणितं विभक्तं
चरज्यया स्यादथवा कला सा ।
कला पलक्षेत्रजकोटिनिघ्नी
तत्कर्णभक्ता भवतीष्टयष्टिः ॥ ५६ ॥

सूत्रास कुज्येनें गुणून चरज्येनें भागिलें असतां कला येते. कलेस अक्षक्षेत्रजकोटीनें गुणून अक्षक्षेत्रजकर्णानें भागिलें असतां इष्टयष्टीची किंमत येते.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{चरज्या}}{\text{सूत्र}} = \frac{\text{कुज्या}}{\text{कला}}$$

$$\therefore \text{कला} = \frac{\text{सूत्र} \times \text{कुज्या}}{\text{चरज्या}}$$

मागच्या श्लोकामध्यें कलासूत्रभंगि दिली आहे तीकडे पहा. तेथें सर ही बाजू इष्टयष्टि संज्ञक आहे व सरफ ह्या काटकोन त्रिकोणामध्यें एक कोन अक्षांशाबरोबर आहे, ह्मणून तें अक्षक्षेत्रच झालें.

$$\therefore \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजकोटि}} = \frac{\text{स फ}}{\text{सर}} = \frac{\text{कला}}{\text{इष्टयष्टि}}$$

$$\therefore \text{इष्टयष्टि} = \frac{\text{कला} \times \text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}.$$

ह्मणून इष्टसिद्ध झाली.

उद्वृत्तशंकोरपि सूत्रनिघ्नात्
चरज्ययाप्तं यदि वेष्टयष्टिः ।

उन्मंडलशंकूला सूत्रानें गुणून चरज्येनें भागिलें असतां इष्टयष्टि होते.

उपपत्ति.

मागें दिलेल्या सूत्रकलाभंगीकडे पहा. त्या आकृतीमध्यें फशड आणि सरफ हे दोन त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{फ ड}}{\text{फ स}} = \frac{\text{फ श}}{\text{स र}}$$

$$\therefore \text{स र} = \frac{\text{फ स} \times \text{फ श}}{\text{फ ड}}$$

$$\therefore \text{इष्टयष्टि} = \frac{\text{कला} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{कुज्या}}.$$

यांत $\frac{\text{कुज्या}}{\text{कला}} = \frac{\text{चरज्या}}{\text{सूत्र}}$ ही

किंमत ठेऊन

$$\text{इष्टयष्टि} = \frac{\text{सूत्र} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{चरज्या}}$$

ह्मणून इष्ट सिद्धि झाली.

रवावुदक्दक्षिणगोलयाते
सूत्रं युतोनं चरजीवया स्यात् ॥५७॥
इष्टांत्यकैवं क्षितिजीवया च
कला युतोना हृतिरिष्टकाले ।
युतोनितोन्मंडलशंकुनैव
मिष्टाख्ययष्टिर्भवतीष्टशंकुः ॥ ५८ ॥

उत्तर गोलार्धामध्यें सूर्य असतां सूत्रामध्यें चरज्या मिळविल्यानें इष्टांत्यकेची किंमत येते.

दक्षिण गोलार्धामध्यें सूर्य असतां सूत्रांतून चरज्या वजा केली तर इष्टांत्यकेची किंमत येते.

तसेंच उत्तरगोलीं कलेमध्य कुज्या मिळविली असतां इष्टहृति येते.

व दक्षिणगोलीं कलेंतून कुज्या वजा केली असतां इष्टहृति होते.

उत्तरगोलीं इष्टयष्टीला उन्मंडलशंकु मिळविला असतां महाशंकु येतो.

दक्षिणगोलीं इष्टयष्टींतून उन्मंडलशंकु वजा केला असतां महाशंकु येतो.

उपपत्ति.

मागील श्लोक ५५ मधील सूत्रकलाभंगीकडे पहा.

त्या आकृतीमध्यें सप = महाशंकु,

सर = इष्टयष्टि, फश = उन्मंडलशंकु,

सड = इष्टहृति, बक = इष्टांत्या समजा.

आतां सफ + फड = सड

∴ इष्टहृति = कला + कुज्या

सर + रप = सप

∴ इष्टयष्टि + रय = महाशंकु

रय = फश

∴ महाशंकु = इष्टयष्टि + उन्मंडलशंकु

आणि अब + अक = बक

∴ इष्टांत्या = सूत्र + चरज्या

याप्रमाणें उत्तरगोलांतील स्थितीवरून निघते. तसेंच दक्षिण-गोलीं येणार. फक्त धन चिन्हाचे ठिकाणीं ऋण चिन्ह येईल.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

नतोत्क्रमज्या शर इत्यनेन
हीनांत्यका वाभिमतांत्यका स्यात् ।
द्युज्याहतो व्यासदलेन भक्तः
कुज्याहतो वा चरशिंजिनीहृत् ॥ ५९ ॥
शरः पृथक्स्थेन फलेन हीना
हृतिर्भवेद्वा हृतिरिष्टकाले ।

नतकालाच्या उत्क्रमज्येला शर असें ह्मणतात. तो शर अंत्येंतून वजा केला असतां इष्टांत्या होते. शरास द्युज्येनें गुणून त्रिज्येनें भागून जें फल येईल, तें हृतींतून वजा केलें असतां इष्टहृति होते. किंवा शरास कुज्येनें गुणून चरज्येनें भागून जें फल येईल, तें हृतींतून वजा केलें असतां इष्टहृति होते.

उपपत्ति.

या अधिकारांतील श्लोक ५५ मधील सूत्रकलाभंगीकडे पहा.

त्या आकृतीमध्यें गक = अंत्या,

बक = इष्टांत्या, गब = नतकालाची उत्क्रमज्या, घड = हृति, सड = इष्टहृति, आहेत असें समजा.

आतां गक − गब = बक

∴ अंत्या − नतोत्क्रमज्या = इष्टांत्या.

त्रिज्या : गब :: द्युज्या

या त्रैराशिकावरून

$$घस = \frac{गब \times द्युज्या}{त्रिज्या}.$$

$$\therefore\ घस = \frac{नतोत्क्रमज्या \times द्युज्या}{त्रिज्या}$$

घड − घस = सड

$$\therefore\ सड = हृति - \frac{नतोत्क्रमज्या \times द्युज्या}{त्रिज्या}$$

$$\therefore\ इष्टहृति = हृति - \frac{शर \times द्युज्या}{त्रिज्या}$$

यांत $\frac{द्युज्या}{त्रिज्या} = \frac{कुज्या}{चरज्या}$ ही किंमत ठेवून

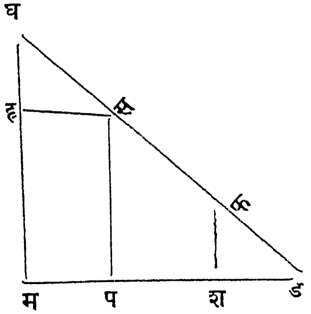
$$इष्टहृति = हृति - \frac{शर \times कुज्या}{चरज्या}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

फलं पलक्षेत्रजकोटिनिघ्नं
तत्कर्णभक्तं च तदूर्ध्वसंज्ञम् ॥ ६० ॥
उद्वृत्तशंकुः शरसंगुणो स्यात्
चरज्ययाप्तं यदि वोर्ध्वसंज्ञम् ।
ऊर्ध्वेन हीनो दिनमध्यशंकुः
स्यादिष्टशंकुर्नततोऽथवैवम् ॥ ६१ ॥

मागच्या श्लोकाच्या उपपत्तीमध्यें घसची जी किंमत आणिली आहे त्यास फल अशी संज्ञा आचार्यांनीं दिली आहे. त्या फलास अक्षक्षेत्रजकोटीनें गुणून अक्षक्षेत्रजकर्णानें भागिलें असतां ऊर्ध्वसंज्ञक होतें. अथवा उन्मंडलशंकूला शरानें गुणून चरज्येनें भागिलें असतां ऊर्ध्वसंज्ञक होतें आणि तें ऊर्ध्व दिनमध्यशंकूतून वजा केलें असतां इष्टशंकु होतो.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें घड = अहोरात्रवृत्त, फश = उन्मंडलशंकु, सप = इष्टशंकु, घम = दिनमध्यशंकु, मड = क्षितिज; आणि स ह्या स्थळीं सूर्य असून हस ही रेषा क्षितिजाशीं समांतर आहे. घस = फलसंज्ञा, घह = ऊर्ध्वसंज्ञा आहे असें समजा.

आतां घहस हा त्रिकोण अक्षक्षेत्रस्वरूप आहे.

$$\therefore \frac{\text{घस}}{\text{घह}} = \frac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}$$

$$\therefore \text{ऊर्ध्व} = \frac{\text{फल} \times \text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}.$$

आतां ५५ श्लोकामधील सूत्रकलाभंगीकडे पहा. तीवरून

$$\frac{\text{अक}}{\text{गब}} = \frac{\text{फड}}{\text{घस}}$$

यांत प्रस्तुत उपपत्तीच्या आकृतीवरून

$\frac{\text{फड}}{\text{घस}} = \frac{\text{फश}}{\text{घह}}$ ही किंमत ठेवून

$$\frac{\text{अक}}{\text{गब}} = \frac{\text{फश}}{\text{घह}}$$

$$\therefore \frac{\text{चरज्या}}{\text{शर}} = \frac{\text{उन्मंडलशंकु}}{\text{ऊर्ध्व}}$$

$$\therefore \text{ऊर्ध्व} = \frac{\text{शर} \times \text{उन्मंडलशंकु}}{\text{चरज्या}}$$

आतां सप = घम − घह

$\therefore$ इष्टशंकु = दिनार्धशकु − ऊर्ध्व

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

इष्टांत्यकायाश्च हृतेश्च यद्वा
दिनार्धशंकूक्तवदिष्टशंकुः ।
शंकोश्च दृग्ज्या श्रवणप्रभाः स्यु-
र्हृतेर्न दृग्ज्या सुधियात्र कार्या ॥ ६२ ॥

मागें श्लोक ३७ मध्यें अंत्या व हृति ह्यावरून दिनार्धशंकु आणण्याची रीति दिली आहे, तिच्या पद्धतीनें इष्टांत्या व इष्ट-

हृति ह्यावरून इष्टशंकु आणावा. नंतर त्यापासून दृग्ज्या, छायाकर्ण व छाया ह्या दिनार्धोक्तीप्रमाणें आणाव्या. मात्र हृतीवरून दृग्ज्या साधूं नये.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{कुज्या}}{\text{उन्मंडलशंकु}} = \frac{\text{इष्टहृति}}{\text{इष्टशंकु}}$$

$$\therefore \text{इष्टशंकु} = \frac{\text{उन्मंडलशंकु} \times \text{इष्टहृति}}{\text{कुज्या}}$$

यामध्यें $\dfrac{\text{इष्टहृति}}{\text{कुज्या}} = \dfrac{\text{इष्टांत्या}}{\text{चरज्या}}$

ही किंमत ठेवून

$$\text{इष्टशंकु} = \frac{\text{उन्मंडलशंकु} \times \text{इष्टांत्या}}{\text{चरज्या}}$$

किंवा $\dfrac{\text{इष्टहृति}}{\text{इष्टशंकु}} = \dfrac{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}{\text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}$

$$\therefore \text{इष्टशंकु} = \frac{\text{इष्टहृति} \times \text{अक्षक्षेत्रजकोटि}}{\text{अक्षक्षेत्रजकर्ण}}.$$

आतां $\text{त्रिज्या}^2 - \text{शंकु}^2 = \text{दृग्ज्या}^2$

$$\therefore \text{दृग्ज्या} = \sqrt{\text{त्रि}^2 - \text{शंकु}^2}$$

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{शंकु}} = \frac{\text{छायाकर्ण}}{१२}$$

$$\therefore \text{छायाकर्ण} = \frac{१२\ \text{त्रिज्या}}{\text{शंकु}}$$

आणि $\frac{\text{शंकु}}{\text{दृग्ज्या}} = \frac{१२}{\text{छाया}}$

$\therefore \text{छाया} = \frac{१२ \times \text{दृग्ज्या}}{\text{शंकु}}$

येथें हृतीवरून दृग्ज्या न आणण्याचें कारण असें आहे कीं, दिनार्ध कालीं याम्योत्तर वृत्त हें दृङ्मंडल असतें व याम्योत्तरवृत्ताचे पातळींमध्यें हृतिरूप कर्ण असतो. आणि अन्य कालीं याम्योत्तरवृत्त हें कांहीं दृङ्मंडल होत नाहीं, भिन्न होतें.

∴ इष्टसिद्धि झाली.

उद्वृत्तकर्णात् क्षितिशिंजिनीघ्नात्
समाख्यकर्णादपि तद्धृतिघ्नात् ।
दिनार्धकर्णादथवा हृतिघ्नात्
हृत्येष्टयाप्तं यदिवेष्टकर्णः ॥ ६३ ॥

उन्मंडलकर्णास कुज्येनें गुणून इष्टहृतीनें भागिलें असतां इष्टकर्ण येतो अथवा समवृत्तकर्णास तद्धृतीनें गुणून इष्टहृतीनें भागिलें असतां इष्टकर्ण येतो. अथवा दिनार्धकर्णास हृतीनें गुणून इष्टहृतीनें भागिलें असतां इष्टकर्ण येतो.

उपपत्ति.

कुज्या : उन्मंडलकर्ण : : इष्टहृति

या व्यस्त त्रैराशिकावरून

$\text{इष्टकर्ण} = \frac{\text{उन्मंडलकर्ण} \times \text{कुज्या.}}{\text{इष्टहृति}}$

तद्धृति : समवृत्तकर्ण : : इष्टहृति

या व्यस्त त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टकर्ण} = \frac{\text{तद्धृति} \times \text{समवृत्तकर्ण}}{\text{इष्टहृति}}$$

हृति : दिनार्धकर्ण : : इष्टहृति

या व्यस्त त्रैराशिकावरून

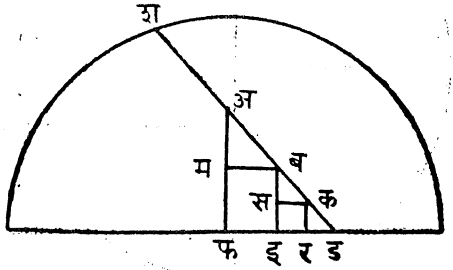
$$\text{इष्टकर्ण} = \frac{\text{हृति} \times \text{दिनार्धकर्ण}}{\text{इष्टहृति}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्र क्वचिच्छुद्धिविधौ यदेह
शोध्यं न शुध्येद्विपरीतशुध्या ।
विधिस्तदा प्रोक्तवदेव किंतु
योगे वियोगः सुधिया विधेयः ॥ ६४ ॥

एखादे वेळीं ज्या ठिकाणीं ज्या संख्येंतून इष्ट संख्या वजा करावयास सांगितली असेल तेथें विपरीत वजाबाकी करून शेष क्रिया सांगितल्याप्रमाणेंच करावी. फक्त बेरीज करण्याचे जागीं वजाबाकी केली पाहिजे.

आतां याचें स्पष्टीकरण होण्याकरितां कल्पना करा कीं,



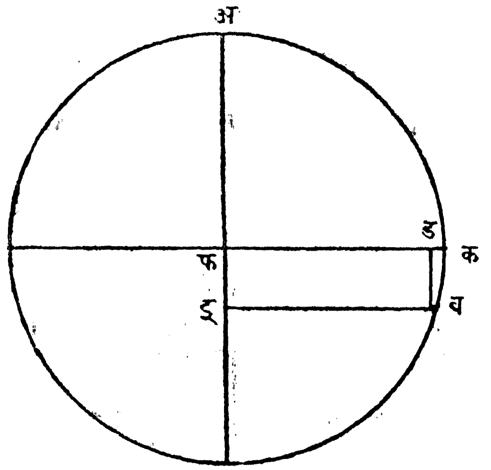
अड ह्या उन्नतकालांतून बड ही चरज्या वजा करून बाकी अब राहिली. ह्या बाजूवरून अम बाजूची किंमत काढून ती बइ ह्या उन्मंडलशंकूमध्यें मिळवून अफ हा इष्टशंकु अ ठिकाणीं सूर्य असतांचा झाला.

आतां जर सर्य क स्थळीं असल्यास चरज्येंतून कड उन्नत काल वजा करून बाकी बक ह्या बाजूवरून बस बाजूची किंमत काढून ती उन्मंडलशंकूंतून वजा करून इष्टशंकु कर हा आणिला पाहिजे हें उघड आहे.

बाणेंदुनाड्यूननतात्क्रमज्या
त्रिज्यान्विता सैव नतोत्क्रमज्या ।
उद्वृत्तशंकुस्तु न याम्यगोले
दृश्योऽनुपातार्थमयं प्रसाध्यः ॥ ६५ ॥

ज्या वेळीं नतकाल १५ घटिकांपेक्षां अधिक असतो, त्या वेळीं नतकालांतून १५ घटिका वजा करून बाकीची क्रमज्या त्रिज्येमध्यें मिळविली असतां नतोत्क्रमज्या येते. दक्षिण गोलार्धामध्यें सूर्य असतां उन्मंडलशंकु क्षितिजाखालीं पडल्यामुळ दृश्य होत नाहीं, तथापि अन्यांशीं त्रैराशिक करण्याकरितां त्या उन्मंडलशंकूचें साधन करावें.

उपपत्ति.



येथें अब हा नतकाल आणि अक = १५ घटिका आहेत.

अब − अक = बक

बकची भुजज्या = बड = फई

आतां अफ + फई = नतोत्क्रमज्या.

∴ त्रिज्या + फई = नतोत्क्रमज्या

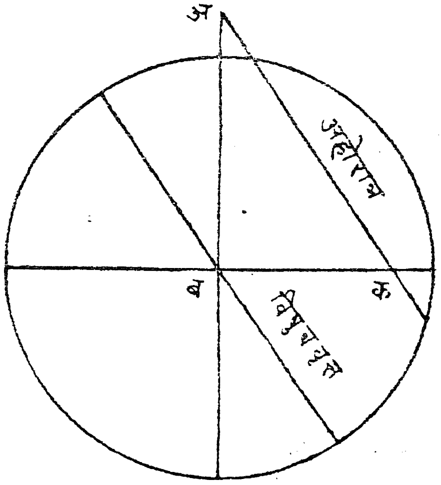
आणि दक्षिणगोलामध्यें उन्मंडलशंकु दिसत नाहीं हें स्पष्टच आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

मार्तंडः सममंडलं प्रविशति स्वल्पेऽपमे स्वात्पलात्
दृश्यो ह्युत्तरगोल एव सविशन् श्राव्या तदैवास्य भा ।
अप्राप्ते च समाख्यमंडलमिने यः शंकुरुत्पद्यते
नूनं सोपि परानुपातविधये नैवं क्वचिद्दुष्यति ॥ ६६ ॥

स्वस्थळाच्या अक्षांशापेक्षां सूर्याची दक्षिण किंवा उत्तर-क्रांति कमी असल्यास सूर्य सममंडलांतून जातो व तो उत्तरगोलीं सममंडलांत दिसतो. त्या वेळीं त्याची छाया काढणें योग्य होय. व दक्षिणगोलीं असतां तो सममंडलांत क्षितिजाच्या खालीं असल्यामुळें छायेची जरूरी नाहीं.आणि सममंडलांतून सूर्य न जातां जो समशंकु गणितानें उत्पन्न होतो, तो अन्याशीं त्रैराशिक करण्याकरितां कधींही दूषित होत नाहीं.

उपपत्ति.



येथें सूर्य अहोरात्रामध्यें असतां सममंडलामध्यें प्रवेश करीत नाहीं, तथापि अ ब हा समशंकु गणितानें येतो. तो अन्याशीं त्रैराशिक करण्यास उपयुक्त होईल. कारण अ ब क हा त्रिकोण अक्षक्षेत्ररूप आहे. ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

उद्वृत्तकर्णाच्चरशिंजिनीघ्ना-
द्दिनार्धकर्णादथवांत्यकाप्तात् ।
इष्टेन कर्णेन हृताद्यदाप्त-
मिष्टांत्यका सैव पृथक् पृथक् स्यात् ॥ ६७ ॥
पलश्रुतिघ्नस्त्रिगुणस्य वर्गो
द्युज्येष्टकर्णाहतिहृद्भवेद्वा ।
इष्टांत्यका तद्रहितांत्यकाया
भवंति या उत्क्रमचापलिप्ताः ॥ ६८ ॥
नतासवस्ते स्युरहर्दलं तै-
रूनीकृतं चोन्नतकाल एवम् ।
त्रिज्याधिकस्य क्रमचापयुक्ताः
खखाब्धिबाणा धनुरुत्क्रमात् स्यात् ॥ ६९ ॥

उद्वृत्तकर्णास चरज्येनें गुणून इष्टकर्णानें भागिलें असतां इष्टांत्या होते. अथवा दिनार्धकर्णास अंत्येनें गुणून इष्टकर्णानें भागिलें असतां इष्टांत्या होते. अथवा त्रिज्यावर्गास पलकर्णानें गुणून आलेल्या रकमेस द्युज्या व इष्टकर्ण ह्यांच्या गुणाकारानें भागिलें असतां इष्टांत्या होते. आतां अंत्येंतून इष्टांत्या वजा करून शेषाचें उत्क्रमधनु करावें व त्या धनूच्या कला केल्या असतां नतकालाचे असु होतात. आणि दिनार्धांतून नतकाल वजा केला असतां उन्नत काल होतो. जर अंत्येंतून इष्टांत्या वजा करून बाकी त्रिज्येपेक्षां अधिक असली, तर बाकींतून त्रिज्या वजा करून शेषाचें क्रमचाप आणून कला कराव्या. आणि त्या कलांमध्यें ५४०० कला मिळविल्या असतां नतासु होतात.

उपपत्ति.

उन्मंडलकर्ण : चरज्या : : इष्टकर्ण

ह्या व्यस्त त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टांत्या} = \frac{\text{उन्मंडलकर्ण} \times \text{चरज्या}}{\text{इष्टकर्ण}}$$

मध्यकर्ण : अंत्या : : इष्टकर्ण

या व्यस्त त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टांत्या} = \frac{\text{दिनार्धकर्ण} \times \text{अंत्या}}{\text{इष्टकर्ण}}$$

$$\text{आतां} \quad \frac{\text{इष्टकर्ण}}{१२} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}}$$

$$\therefore \text{महाशंकु} = \frac{१२ \text{ त्रिज्या}}{\text{इष्टकर्ण}}$$

$$\frac{१२}{\text{पलकर्ण}} = \frac{\text{महाशंकु}}{\text{इष्टहृति}}$$

$$\therefore \text{ इष्टहृति} = \frac{\text{पलकर्ण} \times \text{महाशंकु}}{१२}$$

यांत महाशंकूची वरील किंमत ठेऊन

$$\text{इष्टहृति} = \frac{\text{पलकर्ण} \times १२ \times \text{त्रिज्या}}{१२ \times \text{इष्टकर्ण}}$$

$$\therefore \text{ इष्टहृति} = \frac{\text{पलकर्ण} \times \text{त्रिज्या}}{\text{इष्टकर्ण}}$$

ही किंमत $\frac{\text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{इष्टहृति}}{\text{इष्टांत्या}}$ यांत ठेऊन

$$\text{इष्टांत्या} = \frac{\text{त्रि} \times \text{पलकर्ण} \times \text{त्रि}}{\text{द्युज्या} \times \text{इष्टकर्ण}}$$

$$\therefore \text{ इष्टांत्या} = \frac{\text{त्रिज्या}^{२} \times \text{पलकर्ण}}{\text{द्युज्या} \times \text{इष्टकर्ण}}$$

आणि नतोत्क्रमधनूची उपपत्ति श्लोक ६५ च्या उपपत्तींतील आकृति पाहिल्याबरोबर स्पष्ट दिसेल.

ह्मणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

इष्टांत्यका सा चरजीवयोना
युक्ता च गोलक्रमतः क्रमोत्थाः ।
तच्चापलिप्ताश्चरयुक्तहीनाः
समुन्नतास्ते यदिवासवः स्युः ॥ ७० ॥

उत्तरगोलीं इष्टांत्येंतून चरज्या वजा करावी व दक्षिणगोलीं इष्टांत्येमध्यें चरज्या मिळवावी. नंतर त्याचें क्रमज्याचाप आणावें व त्यामध्यें उत्तरगोलीं चर मिळवावें. दक्षिणगोलीं त्यांतून चर वजा करावें ह्मणजे उन्नतकालाचे असु होतात.

उपपत्ति.

इष्टांत्या ∓ चरज्या = सूत्र

सूत्र ± चर = उन्नतकाल.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

दिनार्धद्युतेस्त्रिज्यकाघ्न्या हृतायाः
स्वकर्णेन चापांशकाः स्युर्नतांशाः ।
दिनार्धे वियुक्ता युतास्ते पलांशै-
रुदक्दक्षिणे भाग्रकेऽर्कापमः स्यात् ॥ ७१ ॥
ततः क्रांतितो वैपरीत्येन भानु-
र्भवेदेतदन्यच्च गोले प्रवक्ष्ये ।
नतांशापमांशांतरं तुल्यदिक्त्वे
युतिर्भिन्नदिक्त्वे पलांशा भवेयुः ॥ ७२ ॥

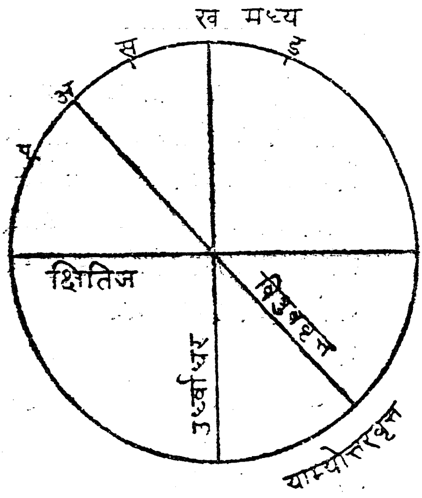
मध्यान्ह छायेला त्रिज्येनें गुणून मध्यान्ह छायाकर्णानें भागून जें फल येईल त्याचें चाप केलें असतां नतांश होतात. व छायाग्र उत्तर असल्यास नतांश दक्षिण व छायाग्र दक्षिण असतां नतांश उत्तर समजावेत. याप्रमाणें आणिलेले दिनार्धनतांश दक्षिण असल्यास ते नतांश व अक्षांश यांचें अंतर केलें असतां सूर्याची क्रांति होते. व दिनार्धनतांश उत्तर असल्यास ते व अक्षांश यांची बेरीज केली असतां सूर्याची क्रांति होते. क्रांतीपासून उलट रीतीनें सूर्य तयार करितां येतो, हीं गोष्ट व अन्य क्रांतीसंबंधीं विषय ह्यांचें विवेचन गोलाध्यायामध्यें करूं. आतां नतांश व क्रांति ह्या एक दिशेच्या असतील तर त्यांचें अंतर केलें असतां अक्षांश होतात. व भिन्न दिशा असल्यास नतांश व क्रांति ह्यांची बेरीज केली असतां अक्षांश येतात.

उपपत्ति.

ह्यांची उपपत्ति सहज कळण्यासारखी आहे तथापि किंचित् सांगूं.

$$\frac{\text{छायाकर्ण}}{\text{छाया}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{नतांशज्या}}$$

$$\text{मध्यनतांशज्या} = \frac{\text{मध्यछाया} \times \text{त्रिज्या}}{\text{मध्यछायाकर्ण}}$$



येथें स ठिकाणीं सूर्य असल्यास अ ख अक्षांश – स ख नतांश = अ स क्रांति आणि ह्या समीकरणावरून

अक्षांश = क्रांति + नतांश

प स्थळीं सूर्य असतां

पख – अख = अप

∴ नतांश – अक्षांश = क्रांति

∴ अक्षांश = नतांश – क्रांति.

आतां ड स्थळीं सूर्य असतां

अख + खड = अड

∴ अक्षांश + नतांश = क्रांति

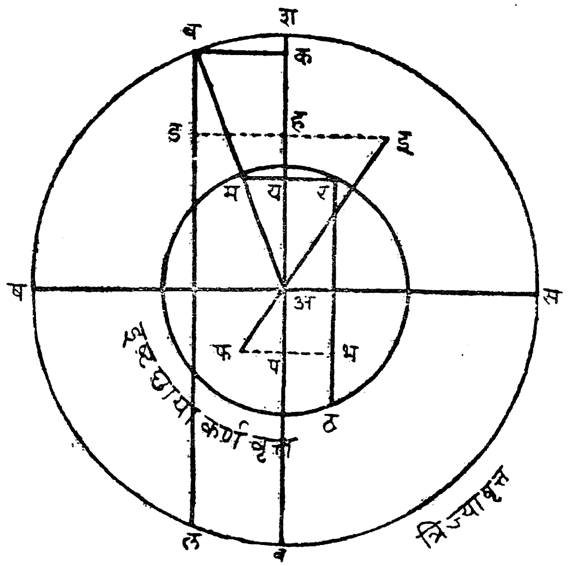
∴ अक्षांश = क्रांति − नतांश.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

त्रिभज्याहृताकाग्रिका कर्णनिघ्नी
भवेत् कर्णवृत्ताग्रका व्यस्तगोला ।
पलच्छायया सौम्यया संस्कृता स्या-
द्भुजोथोत्तरे भाग्रके सौम्यगोले ॥ ७३ ॥
भुजः कर्णवृत्ताग्रयाढ्योऽन्यदासौ
वियुक्तोऽक्षभा स्यात्तया वा वियुक्तः ।
भुजः सौम्यभाग्रेऽन्यदाढ्यस्त्रिभज्या-
हतः कर्णभक्तोऽग्रकाचापमोतः ॥ ७४ ॥

सूर्याची अग्रा इष्टछायाकर्णानें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां कर्णवृत्ताग्रा (इष्टछायाकर्णानें काढिलेल्या वृत्तांतील अग्रा) होते. व ती व्यस्तगोल (उत्तरगोलीं दक्षिण व दक्षिणगोलीं उत्तर) समजावी. ती कर्णवृत्ताग्रा सदा उत्तर असणाऱ्या पलभेनें संस्कृत (उत्तरगोलीं अंतर व दक्षिणगोलीं बेरीज) केली असतां भुज (छायाग्र व पूर्वापररेषा यांच्यामधील दक्षिणोत्तर अंतर) होईल. ज्या वेळीं उत्तरगोलार्धामध्यें सममंडलाच्या दक्षिण बाजूस सूर्य असतां छायेचें अग्र उत्तर असतें, त्या वेळीं उत्तर भुज कर्णवृत्ताग्रेनें युक्त केला असतां पलभा होते. अन्य वेळीं कर्ण-वृत्ताग्रा व भुज ह्यांचें अंतर केलें असतां पलभा होते. ज्या वेळीं उत्तरभुज असतो त्या काळीं भुज व पलभा यांचें अंतर केलें असतां कर्णवृत्ताग्रा होते. व अन्य वेळीं भुज व पलभा ह्यांची बेरीज केली असतां कर्णवृत्ताग्रा होते. तिला त्रिज्येनें गुणून इष्ट छायाकर्णानें भागिलें असतां अग्रा होते. तीवरून क्रांतिज्या निघेल.

उपपत्ति.



येथें ब ल = उदयास्तसूत्र

ब क = अग्रा

ब श स व ल ष = त्रिज्या वृत्त

म र ठ = इष्टछायाकर्णवृत्त

म य = कर्णवृत्ताग्रा

ड इ = शंकुतल

ह ई = भुज

प फ = कर्णवृत्तभुज

य र = व्यस्तगोलक कर्णवृत्ताग्रा

फ भ = पलभा

आतां $\frac{\text{अ ब}}{\text{ब क}} = \frac{\text{अ म}}{\text{म य}}$

$$\therefore \text{म य} = \frac{\text{ब क} \times \text{अ म}}{\text{अ ब}}$$

$$\therefore \text{कर्णवृत्ताग्रा} = \frac{\text{अग्रा} \times \text{छायाकर्ण}}{\text{त्रिज्या}}$$

फ भ − प भ = फ प

∴ पलभा − कर्णवृत्त अग्रा = भुज

∴ पलभा = भुज + अग्रा

व कर्णवृत्त अग्रा = पलभा − भुज.

याप्रमाणें उत्तरगोलीं सूर्य असतां स्थिति होईल व दक्षिण-गोलीं याच्या विपरीत सारणी निघेल.

येथें फ भ ही पलभा कशी ह्याविषयीं विशेष सांगूं.

$$\frac{\text{महाशंकु}}{\text{शंकुतल}} = \frac{१२}{\text{पलभा}}$$

असें नेहमीं प्रमाण असतें. म्हणून त्रिज्यावृत्तामध्यें जें शंकुतल असतें तें कर्णवृत्तावर पलभारूप पावतें असें झालें.

येथें ह ड + ह ई = ड ई

∴ शंकुतल = अग्रा + भुज

हेंच लघुवृत्तावर आणिलें.

पलभा = कर्णवृत्ताग्रा + कर्णवृत्तभुज

∴ पलभा = फ प + प भ = फ भ

वरील आकृतीमध्यें ठ भ र ही रेषा व्यस्त गोलक कर्णवृत्ताग्रा दाखविण्याकरितां काढिलेली आहे.

ह्मणून सर्वेष्टसिद्धि झाली.

दृष्ट्वेष्टभांयोऽत्र दिगर्कवेदी
छायाद्वयं वा प्राग्विलोक्य दिग्ज्ञः ।
वेत्त्यक्षभामुद्धतदैववेदी
दुर्दर्पसर्पप्रशमे स तार्क्ष्यः ॥ ७५ ॥

द्वादशांगुलशंकूची छाया सूर्याचे दिगंश व भोग यांवरून अथवा सूर्यदिगंश व शंकूच्या दोन वेळच्या छाया ह्यांवरून जो पलभा सांगेल, तो मत्त झालेल्या ज्योतिषी लोकांच्या गर्वरूपी सर्पाचा नाश करणारा गरुडपक्षीच आहे असें समजूं.

भाकर्णे खगुणांगुले किल सखे याम्यो भुजस्त्र्यंगुलोऽ-
न्यस्मिन् पंचदशांगुलेऽगुलमुदक् बाहुश्च यत्रेक्षितः ।
अक्षाभां वद तत्र षट्कृतगजैर्यद्वापमज्यां समां
दृष्ट्वेष्टामनयोः श्रुतिं च सभुजां द्राक् ब्रूहि मेऽक्षप्रभाम् ७६

एके दिवशीं एका वेळीं छायाकर्ण ३० अंगुलें व दक्षिण भुज ३ अंगुलें पाहिला, व दुसऱ्या वेळीं छायाकर्ण १५ अंगुलें व उत्तरभुज एक अंगुल पाहिला तर त्या ठिकाणीं पलभा किती आहे हें सांग ? आणि ८४६ क्रांतिज्या असून छायाकर्ण ३० अंगुलें व दक्षिणभुज ३ अंगुलें असल्यास तेथें पलभा किती हें सांग ? तसेंच ८४६ क्रांतिज्या असून छायाकर्ण १५ अंगुलें व उत्तरभुज एक अंगुल असल्यास पलभा किती आहे हें सांग ?
ह्या प्रश्नांचीं उत्तरें काढण्याच्या रीति पुढील दोन श्लोकांत दिल्या आहेत तेथें उदाहरण सोडवून दाखवूं.

भाद्वयस्य भुजयोः समाशयो-
र्व्यस्तकर्णहतयोर्यदंतरम् ।
ऐक्यमन्यककुभोः पलप्रभा
जायते श्रुतिवियोगभाजितम् ॥ ७७ ॥

प्रथमतः पहिल्या वेळच्या भुजास दुसऱ्या वेळच्या छायाकर्णानें गुणावें व दुसऱ्या वेळच्या भुजास पहिल्या वेळच्या छायाकर्णानें गुणावें. नंतर दोन्ही भुज एकाच बाजूचे असल्यास

आलेल्या दोन्ही गुणाकारांचें अंतर करावें. आणि भिन्न बाजूचे भुज असल्यास त्या गुणाकारांची बेरीज करावी. नंतर त्या अंतरास किंवा बेरजेस छायाकर्णांच्या अंतरानें भागिलें असतां पलभा होते.

उपपत्ति.

क = प्रथमकर्ण.

क' = द्वितीयछायाकर्ण.

भ = प्रथमभुज.

भ' = द्वितीयभुज धरून

$$\frac{\text{क}}{१२} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{प्रथममहाशंकु}}$$

$$\therefore \text{प्रथममहाशंकु} = \frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क}}$$

याच पद्धतीनें

$$\text{द्वितीयमहाशंकु} = \frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क}'}$$

$$\text{आतां}\quad \frac{\text{क}}{\text{भ}} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{प्रथममहाभुज}}$$

$$\therefore \text{प्रथम महाभुज} = \frac{\text{भ} \times \text{त्रि}}{\text{क}}$$

याच पद्धतीनें

$$\text{द्वितीयमहाभुज} = \frac{\text{भ}' \times \text{त्रि}}{\text{क}'}$$

आतां यंत्राध्यायांतील श्लोक २२।२३ च्या उपपत्तीवरून.

$$\text{पलभा} = \frac{१२\left(\frac{\text{भ} \times \text{त्रि}}{\text{क}} \mp \frac{\text{भ}' \times \text{त्रि}}{\text{क}'}\right)}{\frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क}} - \frac{१२\ \text{त्रि}}{\text{क}'}}$$

$$\therefore \text{पलभा} = \frac{\text{भ} \times \text{क}' \mp \text{भ}' \times \text{क}}{\text{क}' - \text{क}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

आतां श्लोक ७६ मध्यें जें पहिलें उदाहरण सांगितलें आहे त्याचें उत्तर वरील रीतीनें आणूं.

$$\frac{३ \times १५ + ३० \times १}{३० - १५} = \text{पलभा}$$

$\therefore$ पलभा = ५ हें उत्तर.

क्रांतिज्याकर्णवधात्त्रिज्याप्तकृतिर्लघुः स दोः कृत्या ।
हीनोऽब्धिमनुघ्नः स्यादाद्योऽथ परो भुजः कृतेंद्रघ्नः ॥७८॥
तौ लघुवेदेंद्रांतरभक्तौ परवर्गतो यदाद्याढ्यात् ।
मूलं परयुतवियुतं सौम्ये याम्ये भुजे पलभा ॥ ७९ ॥

क्रांतिज्येला इष्टछायाकर्णानें गुणून त्रिज्येनें भागावें; जें फल येईल त्याच्या वर्गास लघु संज्ञा देऊन तो पृथक् मांडावा, नंतर त्या लघुसंज्ञकांतून भुजवर्ग वजा करून शेषास १४४ ह्या संख्येनें गुणून आलेल्या गुणाकारास आद्य अशी संज्ञा द्यावी; आणि भुजास १४४ नीं गुणून आलेल्या गुणाकारास पर अशी संज्ञा द्यावी. नंतर आद्य व पर ह्या उभयतांस १४४ व लघु ह्यांच्या अंतरानें भागून आलेल्या भागाकारासही क्रमानें आद्य व पर ह्या संज्ञा देऊन आद्य संज्ञकामध्यें पर संज्ञकाचा वर्ग मिळवून वर्गमूळ काढावें. त्या वर्गमूळांतून उणा किंवा अधिक उत्तर

किंवा दक्षिणभुज असेल त्या क्रमानें परं संज्ञक केला असतां पलभेची किंमत येते.

उपपत्ति.

इष्टछायाकर्ण = क

भुज = भु

क्रांतिज्या = क्रां.

अशा संज्ञा देऊन

पलभा = या धरून

या ± भु = कर्णवृत्ताग्रा

$या^2 + भु^2 \pm २ भु. या = कर्णवृत्ताग्रा^2$ ......(१)

आतां $\dfrac{अग्रा}{क्रांतिज्या} = \dfrac{पलकर्ण}{१२}$

$\therefore अग्रा = \dfrac{क्रां \times पलकर्ण}{१२}$

उभयपक्षांचा वर्ग करून

$अग्रा^2 = \dfrac{क्रां^2 \times पलकर्ण^2}{१४४}$

यांत $पलकर्ण^2 = या^2 + १४४$

ही किंमत ठेऊन

$अग्रा^2 = \dfrac{क्रां^2 (या^2 + १४४)}{१४४}$

$\therefore अग्रा^2 = \dfrac{क्रां^2. या^2 + १४४ क्रां^2}{१४४}$ ...... (२)

आतां $\frac{\text{अग्रा}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{कर्णवृत्ताग्रा}}{\text{इष्टछायाकर्ण}}$

$$\therefore \text{कर्णवृत्ताग्रा} = \frac{\text{अग्रा} \times \text{इष्टछायाकर्ण}}{\text{त्रिज्या}}$$

उभयपक्षांचा वर्ग करून

$$\text{कर्णवृत्ताग्रा}^२ = \frac{\text{अग्रा}^२ \times \text{क}^२}{\text{त्रिज्या}^२}$$

यामध्यें समीकरण (२) मधील

अग्रांची किंमत ठेऊन

$$\text{कर्णवृत्ताग्रा}^२ = \frac{\text{क्रां}^२.\ \text{या}^२ + १४४\ \text{क्रां}^२}{१४४} \times \frac{\text{क}^२}{\text{त्रि}^२}$$

$$\therefore \text{कर्णवृत्ताग्रा}^२ = \frac{\text{क्रां}^२.\ \text{क}.\ \text{या}^२ + १४४\ \text{क्रां}^२.\ \text{क}^२}{१४४\ \text{त्रि}^२}$$

$$\therefore \text{कर्णवृत्ताग्रा}^२ = \left(\frac{\text{क्रां} \times \text{क}}{\text{त्रि}}\right)^२ \times \frac{\text{या}^२}{१४४} + \left(\frac{\text{क्रां}.\ \text{क}}{\text{त्रि}}\right)^२$$

येथें $\left(\frac{\text{क्रां} \times \text{क}}{\text{त्रि}}\right)^२$ = लघुसंज्ञा देऊन

$$\text{कर्णवृत्ताग्रा}^२ = \frac{\text{लघु} \times \text{या}^२}{१४४} + \text{लघु}$$

आतां हें समीकरण व समीकरण

(१) ह्यांचें साम्य करून.

$$\text{या}^२ + \text{भु}^२ \pm २\ \text{भु}.\ \text{या} = \frac{\text{लघु} \times \text{या}^२}{१४४} + \text{लघु}$$

पूर्व पक्षांतील $\text{भु}^२$ दुसऱ्या पक्षांत नेऊन

$$\text{या}^२ \pm २\ \text{भुया} = \frac{\text{ल}.\ \text{या}^२}{१४४} + \text{ल} - \text{भु}^२$$

द्वितीय पक्षामध्यें समच्छेद करून

$$\text{यों}^2 \pm २\,\text{भु}.\,\text{या} = \frac{\text{ल}.\,\text{यों}^2 + १४४\,\text{ल} - १४४\,\text{भु}^2}{१४४}$$

$$= \frac{\text{लयों}^2 + १४४\,(\text{ल} - \text{भ})}{१४४}$$

येथें $१४४\,(\text{ल} - \text{भु}^2)$ = आद्य संज्ञा देऊन

$$\text{यों}^2 \pm २\,\text{भु}.\,\text{या} = \frac{\text{ल}\cdot\,\text{यों}^2 + \text{आद्य}}{१४४}$$

$$\text{यों}^2 - \frac{\text{ल}.\,\text{यों}^2}{१४४} \times \;२\,\text{भु}.\,\text{या} = \frac{\text{आद्य}}{१४४}$$

$$\text{यों}^2\left(१ - \frac{\text{ल}}{१४४}\right) \pm \text{भु}.\,\text{या} = \frac{\text{आद्य}}{१४४}$$

$$\text{यों}^2\left(\frac{१४४ - \text{ल}}{१४४}\right) \pm २\,\text{भु}.\,\text{या} = \frac{\text{आद्य}}{१४४}$$

उभयपक्षांस $\dfrac{१४४ - \text{ल}}{१४४}$ ह्यानें भागून

$$\text{यों}^2 \times \frac{२\,\text{भु}.\,\text{या} \times १४४}{१४४ - \text{ल}} = \frac{\text{आद्य}}{१४४ - \text{ल}}$$

येथें भु × १४४ = पर संज्ञा देऊन

$$\text{या}^2 \pm \frac{२\,\text{पर} \times \text{या}}{१४४ - \text{ल}} = \frac{\text{आद्य}}{१४४ - \text{ल}}$$

येथें $\dfrac{\text{पर}}{१४४ - \text{ल}} = \text{पर}^1$ संज्ञा

आणि $\dfrac{\text{आद्य}}{१४४ - \text{ल}} = \text{आद्य}^1$ संज्ञा देऊन

$$या \pm २\, पर' \times या = आर्व$$

हें वर्गसमीकरण सोडवून

$$या = \sqrt{आर्व + पर'^{२}} \mp पर'$$

म्हणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

वरील रीतीमध्यें श्लोक ७६ मधील दुसऱ्या उदाहरणांत दिलेल्या किंमती ठेविल्या असतां उत्तर ५ पलभा येतें. याच पद्धतीनें याच श्लोकांतील तिसरें उदाहरण सोडवावें.

> दिनकरे करिवैरिदलस्थिते
> नरसमा नरभाऽपरदिङ्मुखी ।
> भवति यत्र बटो पुटभेदने
> कथय तांत्रिक तत्र पलप्रभां ॥ ८० ॥

सूर्य सिंहराशीच्या अर्धास आला असतां ज्या स्थळीं द्वादशांगुल शंकूची छाया पूर्वापररेषेमध्यें पश्चिमेच्या बाजूस पडलेली १२ अंगुळें पाहिली तर त्या स्थळाची पलभा किती हें सांगा?

ह्या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढच्या श्लोकांत दिली आहे.

> त्रिज्यार्कघातः श्रुतिहृन्नरःस्या-
> द्यत्क्रांतिमौर्वीसमवृत्तशंक्वोः ।
> वर्गांतरान्मूलमनेन भक्ता
> क्रांतिज्यका सूर्यहताक्षभा स्यात् ॥ ८१ ॥

त्रिज्येला १२ नीं गुणून छायाकर्णानें भागिलें असतां महाशंकु होईल. (प्रस्तुत उदाहरणामध्यें समशंकु होईल). नंतर समशंकु व सूर्यक्रांतिज्या ह्या उभयतांचे वर्ग करून त्यांचें अंतर करावें. आणि त्या वर्गांतराच्या वर्गमूळानें क्रांतिज्येच्या १२ पटीस भागिलें असतां पलभा होते.

उपपत्ति.

$$\text{छायाकर्ण} = \sqrt{(१२)^2 + \text{छाया}^2}$$

$$\frac{\text{छायाकर्ण}}{१२} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{समशंकु}}$$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{१२ \ \text{त्रिज्या}}{\text{छायाकर्ण}}$$

आतां $\text{समशंकु}^2 - \text{क्रांतिज्या}^2 = \text{कुज्योनतद्धृति}^2$

$$\therefore \text{कुज्योनतद्धृति} = \sqrt{\text{समशंकु}^2 - \text{क्रांतिज्या}^2}$$

$$\frac{\text{कुज्योनतद्धृति}}{\text{क्रांतिज्या}} = \frac{१२}{\text{पलभा}}$$

$$\therefore \text{पलभा} = \frac{१२ \times \text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्योनद्धृति}}$$

$$\therefore \text{पलभा} = \frac{१२ \times \text{क्रांतिज्या}}{\sqrt{\text{समशंकु}^2 - \text{क्रांतिज्या}^2}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

वरील रीतींत उदाहरणामध्यें दिलेल्या इष्ट किंमती ठेविल्या असतां पलभा ५।२० हें उत्तर.

मार्तंडः सममंडले किल यदा दृष्टः प्रविष्टः सखे
काले पंचघटीमिते दिनगते यद्वा नते तावति ।
केनाप्युज्जयनीगतेन तरणेः क्रांतिं तदा वेत्सिचे-
न्मन्ये त्वां निशितं सगर्वगणकोन्मत्तेभकुंभांकुशम् ॥८२॥

सूर्योदयापासून ५ घटिका किंवा दोन प्रहरापूर्वी ५ घटिका ह्या वेळीं सूर्य सममंडलामध्यें आहे असें उज्जयनी येथील मनु-

ध्यानें पाहिलें, तर त्या वेळीं सूर्याची क्रांति किती आहे, हें जर तूं सांगशील तर गर्वानें भरलेल्या गणकरूपी उन्मत्तगजाचें गंडस्थळ फोडण्यास अंकुशच तूं आहेस असें मानूं.

ह्या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील चार श्लोकांमध्यें आहे.

या स्याद्रवेरुन्नतकालजीवाऽ-
भीष्टा हृतिः सा प्रथमं प्रकल्प्या ।
अर्काक्षभाघातहताक्षकर्ण-
कृत्योद्धृता स्यादपमज्यकास्याः ॥ ८३ ॥
चरादिकेनेष्टहृतिः प्रसाध्या
क्षुण्णस्तया क्रांतिगुणोऽसकृच्च ।
तदाद्यहृत्या विहृतः स्फुटः स्यात्
सहस्ररश्मौ सममंडलस्थे ॥ ८४ ॥

सूर्याच्या सममंडलप्रवेशकालीं जो उन्नतकाल सांगितला असेल, त्याच्या भुजज्येस इष्टहृति प्रथमतः कल्पावी. नंतर तिला पलभेच्या बारा पटीनें गुणून अक्षकर्णाच्या वर्गानें भागिलें असतां ती स्थूल क्रांतिज्या होते. ह्या क्रांतिज्येवरून चरादि साधन करून मागें सांगितलेल्या " कला युतोना हृतिरिष्टकाले " ह्या रीतीनें इष्टहृति साधावी. पुनः त्या इष्टहृतीवरून पूर्वोक्त क्रिया करून क्रांतिज्या साधावी. ह्याप्रमाणें आलेल्या क्रांतिज्येमध्यें फरक न पडेल तोंपर्यंत वारंवार क्रिया करून क्रांतिज्या स्फुट होईल. अथवा एकवारच क्रिया करून जी क्रांतिज्या येईल तिला आणिलेल्या इष्टहृतीनें गुणून प्रथम मानिलेल्या इष्टहृतीनें भागिलें असतां स्फुट क्रांतिज्या होते.

उपपत्ति.

सममंडलामध्यें सूर्य असतां इष्टहृति आणि तद्धृति ह्या दोन्ही एकच असतात; ही गोष्ट येथें लक्षांत ठेविली पाहिजे.

आतां $\frac{\text{अक्षकर्ण}}{१२} = \frac{\text{तद्धृति}}{\text{समशंकु}}$

$$\therefore \text{समशंकु} = \frac{१२ \text{ तद्धृति}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

$$\frac{\text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}} = \frac{\text{समशंकु}}{\text{क्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{पलभा} \times \text{समशंकु}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

यांत वरील समशंकूची किंमत ठेवून.

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{पलभा} \times १२ \times \text{तद्धृति}}{\text{अक्षकर्ण}^{२}}$$

प्रस्तुत उदाहरणीं तद्धृति कांहीं दिलेली नाहीं, फक्त उन्नतकाल दिला आहे करितां उन्नतकालज्या हीच तद्धृति (प्रस्तुत उदाहरणीं तद्धृतिरूप इष्टहृति) मानून वरील सारणीनें क्रांतिज्या आणिली म्हणून ती स्थूल आली. ह्या क्रांतिज्येवरून चरादि साधनानें जी इष्टहृति होईल तीपासून पुनः क्रांतिज्या आणिली असतां खऱ्याच्या जवळ जवळ येईल ह्म न पुनः पुनः क्रिया करावयास सांगितली आहे.

अथवा कल्पितइष्टहृति : स्थूलक्रांतिज्या :: साधितइष्टहृति

ह्या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्फुट क्रांतिज्या} = \frac{\text{स्थूलक्रांतिज्या} \times \text{साधितइष्टहृति}}{\text{कल्पितइष्टहृति}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

तदा नतज्यात्रिभजीवयोर्य-
द्वर्गांतरं तत्पलभाक्रातिघ्नम् ।

तेनोद्धृतो व्यासदलस्य वर्गो
वेदेंद्रनिघ्नोथ स्वरूपलब्ध्या ॥ ८५
व्यासार्धवर्गा द्विहृतात्पदं स्यात्
क्रांतिज्यका सा त्रिभशिंजिनीघ्नी ।
जिनांशमौर्व्या विहृतास्तु चापा-
दर्थे प्रवक्ष्ये च यथा रविः स्यात् ॥ ८६ ॥

ह्या श्लोकांमध्यें नतकालावरून सममंडलस्थसूर्याची क्रांतिज्या आणावयास सांगितली आहे. ती अशी–त्रिज्यावर्गांतून नतकालज्येचा वर्ग वजा करून शेषास पलभावर्गानें गुणून आलेल्या गुणाकारानें त्रिज्यावर्गाच्या १४४ पटीस भागून आलेल्या लब्धीमध्यें १ एक मिळवून जी संख्या होईल, तिनें त्रिज्यावर्गास भागून वर्गमूळ काढिलें असतां क्रांतिज्या येते. तिला त्रिज्येनें गुणून परमक्रांतिज्येनें भागून चाप केलें असतां सूर्याचे भोग होतात.

उपपत्ति

$$\text{क्ष} = \text{क्रांतिज्या धरून}$$

$$\text{द्युज्या}^2 + \text{क्ष}^2 = \text{त्रिज्या}^2$$

$$\therefore \text{द्युज्या}^2 = \text{त्रिज्या}^2 - \text{क्ष}^2 \quad \dots \quad \dots \quad (१)$$

$$\text{त्रिज्या}^2 - \text{नतज्या} = \text{सूत्र}^2 \quad \dots \quad \dots \quad (२)$$

$$\frac{\text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{\text{कला}}{\text{सूत्र}}$$

$$\therefore \text{कला} = \frac{\text{सूत्र} \times \text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}} \quad \dots \quad \dots \quad (३)$$

$$\text{आतां} \; \frac{१२}{\text{पलभा}} = \frac{\text{कला}}{\text{क्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{पलभा} \times \text{कला}}{१२}$$

ह्यांत कलेची किंमत ठेवून

$$\text{क्ष} = \frac{\text{पलभा} \times \text{सूत्र} \times \text{द्युज्या}}{१२ \times \text{त्रिज्या}}$$

उभय पक्षांचे वर्ग करून

$$\text{क्ष} = \frac{\text{पलभा}^{२} \times \text{सूत्र}^{२} \times \text{द्युज्या}^{२}}{१४४ \ \text{त्रि}^{२}}$$

यांत सूत्र² व द्युज्या² ह्यांच्या समीकरण (१)व (२) मधील किंमती ठेवून.

$$\text{क्ष}^{२} = \frac{\text{प}^{२} (\text{त्रि}^{२} - \text{न}) (\text{त्रि} - \text{क्ष}^{२})}{१४४ \ \text{त्रि}^{२}}$$

$$= \frac{(\text{प}^{२}\text{त्रि}^{२} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}) (\text{त्रि}^{२} - \text{क्ष}^{२})}{१४४ \ \text{त्रि}^{२}}$$

$$= \frac{\text{प}^{२}. \ \text{त्रि}^{४} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}\text{त्रि}^{२} - \text{प}^{२}\text{त्रि}^{२}\text{क्ष}^{२} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}\text{क्ष}^{२}}{१४४ \ \text{त्रि}^{२}}$$

$$\therefore १४४ \ \text{त्रि}^{२}\text{क्ष}^{२} + \text{प}^{२}\text{त्रि}^{२}\text{क्ष}^{२} + \text{प}^{२}\text{न}^{२}\text{क्ष}^{२} =$$

$$\text{प}^{२}. \ \text{त्रि} - \text{प}^{२}\text{न}^{२} \ \text{त्रि}^{२}$$

$$\therefore \text{क्ष}^{२} (१४४ \ \text{त्रि}^{२} + \text{प}^{२}\text{त्रि}^{२} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}) =$$

$$\text{प}^{२}\text{त्रि}^{४} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}\text{त्रि}^{२}$$

$$\therefore \text{क्ष}^{२} = \frac{\text{पात्र्} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}\text{त्रि}^{२}}{१४४ \ \text{त्रि}^{२} + \text{प}^{२}\text{त्रि}^{२} - \text{प}^{२}\text{न}^{२}}$$

$$\therefore \text{क्ष}^{२} = \frac{\text{त्रि}^{२}\text{प}^{२} (\text{त्रि}^{२} - \text{न}^{२})}{१४४ \ \text{त्रि}^{२} + \text{प}^{२} (\text{त्रि}^{२} - \text{न})}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \sqrt{\frac{\text{त्रि}^2 . \text{पं}^2 (\text{त्रि}^2 - \text{न})}{१४४\,\text{त्रि}^2 + \text{पं}^2 (\text{त्रि}^2 - \text{नं}^2)}}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \sqrt{\frac{\text{त्रिज्या}^2}{\frac{१४४\,\text{त्रि}^2}{\text{पं}^2 (\text{त्रि}^2 - \text{नं}^2)} + १}}$$

$$\text{आणि}\quad \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परक्रांतिज्या}} = \frac{\text{रविभोग}}{\text{क्ष}}$$

$$\therefore \text{रविभोग} = \frac{\text{क्ष} \times \text{त्रिज्या}}{\text{परक्रांतिज्या}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

मार्तंडे सममंडलं प्रविशति छाया किलाष्टांगुला
दृष्टाष्टासु घटीषु कुत्रचिदपि स्थाने कदाचिद्दिने ।
अर्कक्रांतिगुणं तदा वदसि चेदक्षप्रभां तत्र च
त्रिप्रश्नप्रचुरप्रपंचचतुरं मन्ये त्वदन्यं नहि ॥ ८७ ॥

सूर्योदयापासून ८ घटिका दिवस आला असतां सूर्य समवृत्तावर असून बारा अंगुळें शंकूची छाया ८ अंगुळें मापली, तर त्या जागेची पलभा व सूर्याची क्रांति किती आहे? हें जर तू सांगशील तर, त्रिप्रश्नाध्यांतील प्रश्न सोडविण्यास तुझ्यावांचून कोणीही चतुर नाहीं असें आम्ही खात्रीनें समजूं.

ह्या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील दोन श्लोकांमध्यें दिली आहे.

अत्रापि साध्योन्नतकालजीवा
पूर्वं तु सैवेष्टहृतिः प्रकल्प्या ।
ततोर्कनिघ्नी समशंकुभक्ता
पलश्रुतिः स्यात् पलभा ततश्च ॥ ८८ ॥

पलप्रभाघ्नः समशंकुरक्ष-
कर्णोद्धृतः स्यादपमज्यकातः ।
चरादिकेनेष्टहृतिस्ततोक्ष-
कर्णोऽसकृत् क्रांतिगुणश्च तस्मात् ॥ ८९ ॥

मागील उदाहरण सोडविण्याकरितां उन्नतकालाच्या भुजज्येस प्रथमतः इष्टहृति मानून तिला १२ नीं गुणून समशंकूनें भागिलें असतां अक्षकर्ण येतो. त्यावरून पलभा काढावी.

नंतर पलभेनें समशंकूला गुणून अक्षकर्णानें भागिलें असतां क्रांतिज्येची किंमत येते. परंतु ती स्थूल येते. तीपासून चरादि-साधनानें इष्टहृति तयार करावी, तीपासून पुनः पूर्वोक्त रीतीनें क्रांतिज्या साधावी. याप्रमाणें कसर नाहींशी होईपर्यंत वारंवार क्रिया करावी.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{समशंकु}}{\text{तद्धृति}} = \frac{१२}{\text{अक्षकर्ण}}$$

$$\therefore \text{अक्षकर्ण} = \frac{१२ \text{ तद्धृति}}{\text{समशंकु}}$$

$$\text{तसेंच } \frac{\text{अक्षकर्ण}}{\text{पलभा}} = \frac{\text{समशंकु}}{\text{क्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{पलभा} \times \text{समशंकु}}{\text{अक्षकर्ण}}.$$

या समीकरणांतील अक्षकर्ण काढण्यास तद्धृतीची अपेक्षा आहे परंतु उदाहरणामध्यें तद्धृति कांहीं दिलेली नाहीं. उन्नत-काल मात्र दिला आहे, ह्मणून उन्नतकालाची भुजज्या हीच तद्धृति (प्रस्तुत उदाहरणीं सूर्य सममंडलांत असल्यामुळें तद्धृति व इष्टद्धृति एकच असतात) असें धरून जी क्रांतिज्या येईल ती स्थूल होईल. ह्मणून त्या क्रांतिज्येवरून इष्टहृति तयार

करून पुनः पुनः क्रिया कसर नाहींशी होईपर्यंत केली असतां स्फुट क्रांतिज्या येईल हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

पंचांगुला गणक यत्र पलप्रभा स्यात्
तत्रेष्टभा नवमिता दशनाडिकासु ।
दृष्टा यदा वद तदा तरणिं तवास्ति
यद्यत्र कौशलमलं गणिते सगोले ॥ ९० ॥

हे गणका, तूं सगोलगणितशास्त्रामध्यें जर कुशल आहेस, तर ज्या ठिकाणीं ५ अंगुळें पलभा आहे तेथें १० घटिका दिवस आल्या वेळीं द्वादशांगुल शंकूची छाया ९ अंगुळें भरली तेव्हां स्पष्ट सूर्याचे भोग किती आहेत हें सांग.

याचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील दोन श्लोकांमध्यें दिली आहे.

इष्टांत्यकामुन्नतकालमौर्वी-
तुल्यां प्रकल्प्याथ तया विभक्तः ।
इष्टप्रभाशंकुहतोऽक्षकर्ण-
स्त्रिज्यागुणो द्वादशभाजितश्च ॥ ९१ ॥
द्युज्या भवेत्तत्कृतिवर्जितायाः
स्त्रिज्याकृतेर्मूलमपक्रमज्या ।
इष्टांत्यका प्राग्वदतोऽसकृच्च
द्युज्यापमज्या च ततः खरांशुः ॥ ९२ ॥

उन्नतकालाच्या भुजज्येस इष्टांत्या कल्पना करून तिला १२ ह्या संख्येनें गुणून आलेल्या गुणाकारानें इष्टछायेवरून तयार केलेल्या महाशंकु, अक्षकर्ण व त्रिज्या ह्या तीन रकमांच्या गुणाकारास भागिलें असतां द्युज्या होते. नंतर त्रिज्येच्या वर्गांतून द्युज्येचा वर्ग वजा करून शेषाचें वर्गमूळ काढिलें असतां क्रांतिज्या स्थूल येईल. नंतर त्या क्रांतिज्येपासून चरादिक साधन

करून इष्टांत्या आणून तीवरून पुनः द्युज्या व क्रांतिज्या, आणावी. ती खऱ्याच्या जवळ जवळ येईल, याप्रमाणें अंतर नाहींसें होईपर्यंत क्रिया केली असतां स्फुट क्रांतिज्या होईल व तिच्यावरून सूर्याचे भोग काढावेत.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{छायाकर्ण}}{१२} = \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{महाशंकु}}$$

$$\therefore \text{महाशंकु} = \frac{१२ \text{ त्रिज्या}}{\text{छायाकर्ण}}$$

$$\text{आतां } \frac{१२}{\text{अक्षकर्ण}} = \frac{\text{महाशंकु}}{\text{इष्टहृति}}$$

$$\therefore \text{इष्टहृति} = \frac{\text{अक्षकर्ण} \times \text{महाशंकु}}{१२}$$

$$\frac{\text{इष्टहृति}}{\text{द्युज्या}} = \frac{\text{इष्टांत्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\therefore \text{द्युज्या} = \frac{\text{इष्टहृति} \times \text{त्रिज्या}}{\text{इष्टांत्या}}$$

यांत इष्टहृतीची किंमत ठेवून.

$$\text{द्युज्या} = \frac{\text{अक्षकर्ण} \times \text{महाशंकु} \times \text{त्रिज्या}}{१२ \times \text{इष्टांत्या}}$$

$$\text{आतां } \text{त्रिज्या}^{२} - \text{द्युज्या}^{२} = \text{क्रांतिज्या}^{२}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \sqrt{\text{त्रि}^{२} - \text{द्युज्या}^{२}}$$

यर्थ क्रांतिजेवरून ग्रह करितां येईल. परंतु वरील द्युज्येच्या समीकरणामध्यें इष्टांत्या पाहिजे ती माहीत नाहीं, फक्त उन्नतकालज्या माहीत आहे, करितां तीच इष्टांत्या मानून क्रिया के-

ल्यानें स्थूल क्रांतिज्या येईल हें उघड आहे. म्हणून स्पष्ट करण्याकरितां वारंवार क्रिया करण्यास सांगितलें आहे.

येथें अशी शंका येते कीं, प्रश्नामध्यें गोल कांहीं दिलेला नाहीं तेव्हां अंत्या साधावी कशी ? तेव्हां अशी युक्ति करावी कीं, जो गोल कल्पिला असतां कल्पित इष्टांत्येच्या जवळ जवळ साधित इष्टांत्या येईल तो गोल धरिला असतां कोणतीही हरकत येणार नाहीं.

> यत्र क्षितिज्या शरसिद्धतुल्या
> स्यात्तद्धृतिस्तत्वकुरामसंख्या ।
>
> तत्राक्षभार्कौ गणक प्रचक्ष्व
> चेदक्षजक्षेत्रविशारदोऽसि ॥ ९३ ॥

ज्या ठिकाणीं कुज्या २४५ आणि तत्धृति ३१२५ आहे, त्या ठिकाणची पलभा किती व सूर्य किती आहे हें सांग ?

ह्या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील श्लोकांत दिली आहे.

> कुज्योनतद्धृतिहृता कृतशक्रनिघ्नी
> कुज्यैव यत्फलपदं पलभा भवेत्सा ।
> कुज्याहता रविभिरक्षभया विभक्ता
> क्रांतिज्यका भवति भानुरतो विलोमम् ॥९४

कुज्येला १४४ ह्या संख्येनें गुणून कुज्योनतद्धृतीनें भागून वर्गमूळ काढिलें असतां पलभची किंमत येते. आणि कुज्येला १२ नीं गुणून पलभेनें भागिलें असतां क्रांतिज्या येते. क्रांतिज्येवरून विलोमरीतीनें सूर्याचे भोग येतात.

उपपत्ती.

क्ष = पलभा धरून

$$\frac{\text{क्ष}}{\text{१२}} = \frac{\text{कुज्या}}{\text{क्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{क्रांतिज्या} = \frac{१२ \times \text{कुज्या}}{\text{क्ष}} \quad \ldots \quad \ldots \quad (१)$$

तसेंच $\frac{\text{क्ष}}{१२} = \frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्योनतद्धृति}}$

$$\because \text{क्रांतिज्या} = \frac{\text{क्ष} \times \text{कुज्योनतद्धृति}}{१२}$$

हें समीकरण व (१) ह्यापासून

$$\frac{१२ \times \text{कुज्या}}{\text{क्ष}} = \frac{\text{क्ष} \times \text{कुज्योनतद्धृति}}{१२}$$

$$\therefore १४४ \text{ कुज्या} = \text{क्ष}^{२} \times \text{कुज्योनतद्धृति}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \sqrt{\frac{१४४ \text{ कुज्या}}{\text{कुज्योनतद्धृति}}} \quad \ldots \quad \ldots \quad (२)$$

∴ समीकरण (१) व (२) ह्यावरून

इष्टसिद्धि झाली.

क्रांतिज्यासमशंकुतद्धृतियुतिं कुज्योनितां वीक्ष्य य
विंशत्यश्वरसैर्मितामथ परां षट्त्र्यंकचंद्रैर्मिताम् ।
कुज्याग्रापमशिंजिनीयुतिमिनं वेत्त्यक्षभां चापि तं
ज्योतिर्वित्कमलावबोधनविधौ वंदे परं भास्करम् ॥ ९५

क्रांतिज्या, समशंकु आणि कुज्योनतद्धृति ह्यांची बेरीज ६७२० आहे, आणि कुज्या, अग्रा व क्रांतिज्या ह्यांची बेरीज १९६० आहे ह्यावरून पलभा व सूर्याच भोग किती आहेत हें सांग.

ह्या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील श्लोकांत दिली आहे.

क्रांतिज्यासमशंकुतद्धृतियुतिः कुज्योनिता या तया
कुज्याग्रापमशिंजिनीयुतिमितैः क्षुण्णां पृथक्स्थां भजेत् ।
लब्धं स्यात् पलभा पलश्रुतिपलच्छायार्कयुत्या ततो
भाज्यान्याथ पृथक् स्थितापमज्या स्यात्ततो भास्करः॥

कुज्या, अग्रा व क्रांतिज्या ह्यांच्या बेरजेस १२ नीं गुणून क्रांतिज्या, समशंकु व कुज्योनतद्धृति ह्यांच्या बेरजेनें भागिलें असतां पलभेची किंमत येते. तसेच कुज्या, अग्रा व क्रांतिज्या ह्यांच्या बेरजेस १२ गुणून आलेल्या गुणाकारास पलकर्ण, पलभा व १२ ह्यांच्या बेरजेनें भागिलें असतां क्रांतिज्या होते. तीवरून सूर्य काढावा.

उपपत्ति.

क्रांतिज्या, समशंकु व कुज्योनतद्धृति यांची बेरीज ह्मणजे पृथक् तीन अक्षक्षेत्रांतील भुजांची बेरीज आहे व कुज्या, अग्रा व क्रांतिज्या ह्यांची बेरीज ह्मणजे त्याच पृथक् तीन अक्षक्षेत्रांतील कोटींची बेरीज आहे. यांपासून पलभारूप कोटि काढूं.

भुजयोग कोटियोग भुज

६७२० : १९६० :: १२

या त्रैराशिकावरून

$$\text{पलभा} = \frac{१९६० \times १२}{६७२०} = ३ \frac{१}{२}$$

∴ अक्षकर्ण = १२½

∴ पलभा + शंकु + अक्षकर्ण = २८

ही बेरीज एका अक्षक्षेत्रांतील तीन बाजूंची आहे, आणि कुज्या + क्रांतिज्या + अग्रा = १९६० ही बेरीज एका अक्षक्षेत्रांतील तीन बाजूंची आहे.

योग भुज योग

∴ २८ : १२ :: १९६०

या त्रैराशिकावरून

$$\text{क्रांतिज्या} = \frac{१२ \times ११६०}{२८}$$

यावरून सूर्य सहज निघेल.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

क्रांतिज्यासमशंकुतद्धृतियुतिं कुज्योनितां वीक्ष्य यः
पूर्णाब्ध्यब्धिमहीमितामथपरां खाभ्राष्टभूसंमिताम् ।
अग्राज्यासमशंकुतद्धृतियुतिं वेत्त्यक्षभार्कौ च तं
ज्योतिर्वित्कमलावबोधनविधौ वंदे परं भास्करम् ॥ ९७ ॥

क्रांतिज्या समशंकु, व कुज्योनतद्धृति ह्यांची बेरीज १४४० आहे; आणि अग्रा, समशंकु व तद्धृति यांची बेरीज १८०० आहे. यांवरून पलभा व सूर्य यांच्या किंमती सांग.

या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील श्लोकांत दिलेली आहे.

क्रांतिज्यासमशंकुतद्धृतियुतिः कुज्योनिताद्यो हृता
तेनाग्रासमशंकुतद्धृतियुतिः सूर्याहताऽक्षश्रुतिः ।
स्यात्तस्याः पलभाथ तच्छ्रुतिपलच्छायार्कयुत्योद्धृता-
दाद्यादक्षभया हताच्च भवति क्रांतिज्यकातो रविः ॥ ९८ ॥

क्रांतिज्या, समशंकु व कुज्योनतद्धृति यांच्या बेरजेस आद्य अशी संज्ञा द्यावी. नंतर अग्रा, समशंकु व तद्धृति यांच्या बेरजेस १२ नीं गुणून आद्यानें भागिलें असतां पलकर्ण येतो. त्या पलकर्णावरून पलभा काढावी. नंतर त्या पलभेनें आद्यास गुणून आलेल्या गुणाकारास पलभा, पलकर्ण व १२ यांच्या बेरजेनें भागिलें असतां क्रांतिज्या येते, तीवरून रवि निघेल.

उपपत्ति.

प्रश्नामध्यें प्रथम जी बेरीज दिली आहे, ती पृथक् तीन अक्ष-क्षेत्रांतील कोटींची बेरीज आहे; व दुसरी जी बेरीज दिली आहे ती त्याच तीन अक्षक्षेत्रांतील कर्णांची बेरीज आहे, यावरून पलकर्ण काढूं.

कोटियोग		कर्णयोग		कोटि
१४१०	:	१८००	::	१२

या त्रैराशिकावरून

$$\text{पलकर्ण} = \frac{१८०० \times १२}{१४४०} = १५$$

$$\therefore \text{पलभा} = \sqrt{(१५)^२ - (१२)^२} = ९$$

$$\therefore \text{पलभा} + \text{शंकु} + \text{पलकर्ण} = ३६$$

ही बेरीज एका अक्षक्षेत्रांतील, व १४४० ही बेरीज एका अक्षक्षेत्रांतील तीन बाजूंची आहे.

	योग		कोटि		योग
∴	३६	:	९	::	१४४०

या त्रैराशिकावरून

$$\text{क्रांतिज्या} = \frac{९ \times १४४०}{३६}$$

ह्यावरून रवि निघेल.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्र त्रिवर्गेण मिता पलप्रभा
तत्र त्रिनाडीप्रमितं चरं स्यात् ।
यदा तदार्कं यदि वेत्सि विद्वन्
सांवत्सराणां प्रवरोसि नूनम् ॥ ९९ ॥

जेथें पलभा ९ अंगुलें आहे, तेथें चर ३ घटिका इतकें होण्यास सूर्याचे भोग किती असले पाहिजेत हें सांग.

या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढें आहे.

चरज्यकार्काभिहतिस्त्रिमौर्व्या
भक्तास्तवर्गोऽक्षभया स्वनिघ्न्या ।
युतोऽथतन्मूलहृता चरज्या
सूर्याहता क्रांतिगुणस्ततोऽर्कः ॥ १०० ॥

चरज्येस १२ नीं गुणून जो गुणाकार होईल, त्यास त्रिज्येनें भागावें; जो भागाकार येईल, त्याच्या वर्गामध्यें पलभेचा वर्ग मिळवून जी संख्या होईल, तिचे वर्गमूळानें चरज्येच्या १२ पटीस भागिलें असतां क्रांतिज्या होते. तीपासून सूर्याचे भोग काढावेत.

उपपत्ति.

$$\frac{१२}{\text{पलभा}} = \frac{\text{क्रांतिज्या}}{\text{कुज्या}}$$

$$\therefore \text{कुज्या} = \frac{\text{पलभा} \times \text{क्रांतिज्या}}{१२}$$

$$\text{आतां त्रिज्या}^२ - \text{क्रांतिज्या}^२ = \text{द्युज्या}^२$$

$$\therefore \text{द्युज्या} = \sqrt{\text{त्रिज्या}^२ - \text{क्रांतिज्या}^२}$$

$$\text{आणि } \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{चरज्या}} = \frac{\text{द्युज्या}}{\text{कुज्या}}$$

$$\therefore \text{कुज्या} = \frac{\text{चरज्या} \times \text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

यांत कुज्या व द्युज्या ह्यांच्या मागील किंमती ठेऊन

$$\frac{\text{फलभा} \times \text{क्रांतिज्या}}{१२} = \frac{\text{चरज्या}\sqrt{\text{त्रि}^२ - \text{क्रां}^२}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\therefore \frac{\text{प. क्रां. त्रि.}}{१२.\text{चरज्या}} = \sqrt{\text{त्रि.}^२ - \text{क्रां.}^२}$$

उभयपक्षांचे वर्ग करून

$$\frac{\text{प}^३\text{. क्रां}^२\text{. त्रि.}^२}{(१२\ \text{च})^२} = \text{त्रि}^२ - \text{क्रां}^२$$

स्थलांतर करून

$$\frac{\text{प}^३\text{. क्रां.}^२\ \text{त्रि}^२}{(१२\ \text{च})^२} + \text{क्रां.}^२ = \text{त्रि.}^२$$

$$\therefore \text{क्रां.}^२\left(\frac{\text{प}^३\text{. त्रि.}^२}{(१२\ \text{च}).^२} + १\right) = \text{त्रि}^२.$$

$$\therefore \text{क्रां}^२ = \frac{\text{त्रि.}^२}{\frac{\text{प}^३\text{. त्रि}^२}{(१२\ \text{च})} + १}$$

$$= \frac{\text{त्रि.}^२}{\frac{(\text{प. त्र.})^२ + (१२\ \text{च})^२}{(१२\ \text{च})^२}}$$

$$= \frac{\text{त्रि.}^२(१२\ \text{च})^२}{(\text{प. त्रि})^२ + (१२\ \text{च})^२}$$

अंशच्छेदांस, त्रि^{२} ह्यानें भागून

$$\text{क्रां}^2 = \frac{(१२\ \text{च})^2}{\text{पं}^2 + \left(\frac{१२\ \text{च}}{\text{त्रि.}}\right)^2}$$

$$\therefore\ \text{क्रांतिज्या} = \frac{१२\ \text{च}}{\sqrt{\left(\frac{१२\ \text{च}}{\text{त्रि.}}\right)^2 + \text{पं}^2}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

द्युज्यकापमगुणार्कदोर्ज्यका-
संयुतिं खखखबाणसंमिताम् ।
वीक्ष्य भास्करमवेहि मध्यमं
मध्यमाहरणमस्ति चेत् श्रुतं ॥ १०१ ॥

द्युज्या, क्रांतिज्या व रविदोर्ज्या यांची बेरीज ५००० आहे तर तुला वर्गसमीकरण माहीत असल्यास सूर्याचे भोग किती आहेत, हें सांग ?

हा प्रश्न सोडविण्याची रीति पुढील श्लोकांत दिली आहे.

द्युज्यापक्रमभानुदोर्गुणयुतिस्तिथ्युद्धृताब्ध्याहता
स्यादाद्यो युतिवर्गतो यमगुणात् सप्ताम राप्त्योनिताः ।
नागाद्र्यंगदिगंकका: पदमतस्तेनाद्य ऊनो भवेत्
व्यासार्धेष्टगुणाब्धिपावकमिते क्रांतिज्यकातो रविः ॥१०२॥

द्युज्या, क्रांतिज्या आणि रविदोर्ज्या ह्यांच्या बेरजेस ४ नीं गुणून १५ नीं भागून जो भागाकार येईल त्यास आद्य अशी संज्ञा द्यावी. नंतर द्युज्या, क्रांतिज्या व रविदोर्ज्या यांच्या बेरजेच्या वर्गास २ नें गुणून ३३७ या संख्येनें भागावें. जो भागाकार येईल तो ९२०६७८ या संख्येंतून वजा करून बाकीचें वर्गमूळ काढून तें आद्यसंज्ञकांतून वजा केलें असतां क्रांतिज्या

येते. तीपासून रवि काढावा. या रीतीमध्यें त्रिज्या ३४३८ घेतली आहे.

उपपत्ति.

द्युज्या + क्रांतिज्या + रविदोर्ज्या = अ; त्रिज्या ३४३८ = र

परम क्रांतिज्या = प आणि

इष्टरविक्रांतिज्या = क्ष धरून

द्युज्या = $\sqrt{\text{र}^{\text{२}} - \text{क्ष}^{\text{२}}}$ आहे.

रविदोर्ज्या = $\dfrac{\text{र} \times \text{क्ष}}{\text{प}}$ आहे.

म्हणून उदाहरणांत सांगितल्यावरून

$$\sqrt{\text{र}^{\text{२}} - \text{क्ष}^{\text{२}}} + \text{क्ष} + \frac{\text{र} - \text{क्ष}}{\text{प}} = \text{अ}$$

$$\text{प}\sqrt{\text{र}^{\text{२}} - \text{क्ष}^{\text{२}}} + \text{क्षप} + \text{रक्ष} = \text{अप}$$

$$\text{प}\sqrt{\text{र}^{\text{२}} - \text{क्ष}^{\text{२}}} + \text{क्ष}\,(\text{प} + \text{र}) = \text{अप}$$

$$\text{प}\sqrt{\text{र}^{\text{२}} - \text{क्ष}^{\text{२}}} = \text{अप} - \text{क्ष}\,(\text{प} + \text{र})$$

उभयपक्षांचे वर्ग करून

$$\text{प}^{\text{२}}\text{र}^{\text{२}} - \text{प}^{\text{२}}\text{क्ष}^{\text{२}} = \text{अ}^{\text{२}}\text{प}^{\text{२}} - \text{२ अपक्ष}\,(\text{प} + \text{र}) + \text{क्ष}^{\text{२}}\,(\text{प} + \text{र})^{\text{२}}$$

$$\therefore (\text{र}^{\text{२}} + \text{२ रप} + \text{२ प}^{\text{२}})\,\text{क्ष}^{\text{२}} - \text{२ अपक्ष}\,(\text{प} + \text{र}) = -(\text{अ}^{\text{२}} - \text{र}^{\text{२}})\,\text{प}^{\text{२}}$$

$$\therefore \text{क्ष}^{\text{२}} - \frac{\text{२ अप}\,(\text{र} + \text{प})}{\text{र}^{\text{२}} + \text{२रप} + \text{२प}^{\text{२}}} \times \text{क्ष} = -\frac{(\text{अ}^{\text{२}} - \text{र}^{\text{२}})\,\text{प}^{\text{२}}}{\text{र}^{\text{२}} + \text{२रप} + \text{२प}^{\text{२}}}.$$

हें वर्गसमीकरण सोडवून

$$\text{क्ष} = \frac{\text{अप}(\text{र} + \text{प})}{\text{र}^{२} + \text{२ रप} + \text{२ प}^{२}} \pm \sqrt{\frac{\text{र}^{२}\text{प}^{२}}{\text{र}^{२} + \text{२ रप} + \text{२प}^{२}} - \frac{\text{अ}^{२}\text{प}^{२}}{(\text{र}^{२}+\text{२रप}+\text{२प}^{२})^{२}}}$$

आतां येथें र = ३४३८ आणि प = १३९७ आहे म्हणून

$$\frac{\text{अप}(\text{र} + \text{प})}{\text{र}^{२} + \text{२ रप} + \text{२ प}^{२}} = \frac{\text{६७३४४९५ अ}}{\text{२५३२८८३४}} = \frac{\text{४ अ}}{\text{१५}} \text{ सुमारें}$$

यास आद्य संज्ञा देऊं.

$$\text{तसेंच } \frac{\text{अ}^{२}\text{प}^{४}}{(\text{र}^{२}+\text{२रप}+\text{२प}^{२})^{२}} =$$

$$\frac{\text{३८०८७७६८८८८१ अ}^{२}}{\text{६४१५४९८३१७९९५५६}} = \frac{\text{२ अ}^{२}}{\text{३३७}} \text{ सुमारें.}$$

$$\text{आणि } \frac{\text{र}^{२}\text{प}^{२}}{\text{र}^{२}+\text{२ रप} + \text{२ प}^{२}} = \text{११०६७८ सुमारें.}$$

$$\therefore \text{क्ष} = \text{आद्य} \pm \sqrt{\text{११०६७८} - \frac{\text{२ अ}^{२}}{\text{३७७}}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

क्रांतिज्यासमशंकुतद्धृतिमहीजीवाग्रकाणां युति-
र्दृष्टा खांबरपंचखेचरमिता पंचागुलाक्षप्रभे ।
देशे तत्र पृथक् पृथक् गणक ता गोलेऽसिदक्षोक्षज-
क्षेत्रक्षोदविधौ विचक्षण ममाचक्ष्वाविलक्ष्योऽसि चेत् १०२

ज्या देशामध्यें ५ अंगुलें पलभा आहे तेथें क्रांतिज्या, समशंकु, तद्धृति, कुज्या आणि अग्रा ह्यांची बेरीज ९५०० आहे, तर अक्षक्षेत्रसंबंधि ज्ञान चांगलें असल्यास क्रांतिज्यादिकांच्या किंमती पृथक् पृथक् काय काय आहेत हें सांग.

या प्रश्नाचें उत्तर काढण्याची रीति पुढील श्लोकांत दिली आहे.

क्रांतिज्यां विषुवत्प्रभारविहतेस्तुल्यां प्रकल्प्याऽपराः
कृत्वाग्रासमशंकुतद्धृतिमहीजीवा अभीष्टास्ततः।
व्याद्यास्तद्युतिभाजिताः पृथगथ प्रोद्दिष्टयुत्याहता
उद्दिष्टा खलु यद्युतिः पृथगिमा व्यक्ता भवंति क्रमात् १०४

प्रथम पलभेच्या १२ पट क्रांतिज्या कल्पून अग्रा, समशंकु, तद्धृति व कुज्या यांच्या किंमती काढाव्या. नंतर आलेल्या क्रांतिज्यादिकांची बेरीज करून तिनें प्रत्येकास भागून उदाहरणांत सांगितलेल्या बेरजेनें प्रत्येकास गुणिलें असतां क्रांतिज्यादिकांच्या पृथक् पृथक् किंमती येतात.

उपपत्ति.

प्रथम क्रांतिज्या इष्ट धरून तीपासून अग्रादिसाधन करून त्याची बेरीज (साधितयोग असें नांव देऊं) करावी. नंतर

साधितयोग : क्रांतिज्यादिक :: दत्तयोग

या त्रैराशिकावरून सर्व किंमती निघतील. येथें आचार्यांनीं इष्टक्रांतिज्या (१२ × पलभा) अशी धरली आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

अग्रापमज्याक्षितिशिंजिनीनां
योगं सहस्त्रद्वितयं विदित्वा।
पृथक् पृथक् ता गणक प्रचक्ष्वा
रूढा सगोले गणिते मतिश्चेत् ॥ १०५॥

ज्या देशांत पलभा ५ आहे, तेथें अग्रा, क्रांतिज्या व कुज्या ह्यांची बेरीज २००० असल्यास अग्रादिकांच्या पृथक् पृथक् किंमती काय काय आहेत हें सांग.

हा प्रश्न मागच्या श्लोकांत दिलेल्या रीतीनें सुटतो.

विधाय बिंदुं समभूमिभागे
ज्ञात्वा दिशः कोटि रतः प्रदेया ।
प्रत्यङ्मुखी पूर्वकपालसंस्थे
पूर्वामुखी पश्चिमगे ग्रहे सा ॥ १०६ ॥

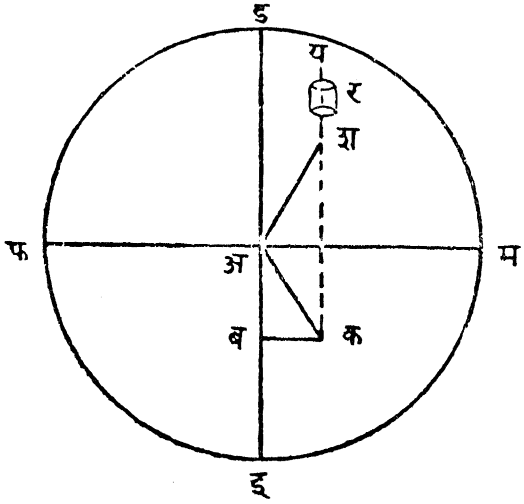
कोट्यग्रतो दोरपि याम्यसौम्यो
बिंदोश्च भाभाग्रभुजाग्रयोगात् ।
सूत्रं च बिंदुस्थनराग्रसक्तं
प्रसार्य कर्णाकृतिसूत्रगत्या ॥ १०७ ॥

दृगुच्चमूलं नलकं निवेश्य
वंशद्वयाधारमथास्य रंध्रे ।
विलोकयेत् खे खचरं किलैवं
जले विलोमं तदपि प्रवक्ष्ये ॥ १०८ ॥

ज्या दिवशीं नलकयंत्रानें ग्रहाचा वेध करण्याची इच्छा असेल, त्या दिवशीं इष्टकालीं ग्रहाची छाया, भुज, कोटि आणि कर्ण हे सांगितल्याप्रमाणें आणावेत. नंतर समभूमि करून इष्टस्थळीं एक बिंदु करावा; त्या बिंदूतून पूर्वापर व दक्षिणोत्तर अशा दोन रेषा काटकोन करून काढाव्या. पुढें पूर्वकपालीं ग्रह असल्यास पूर्वापररेषेवर इष्टबिंदूपासून पश्चिमेच्या बाजूस कोटी द्यावी; व पश्चिमकपालीं ग्रह असल्यास पूर्वापर रेषेवर इष्टबिंदूपासून पूर्वेच्या बाजूस कोटि द्यावी. नंतर त्या कोटीच्या अग्रापासून दक्षिण किंवा उत्तर भुज जसा गणितानें आलेला असेल त्याप्रमाणें द्यावा. नंतर इष्ट बिंदूपासून भुजाच्या अग्रापर्यंत छाया ही कर्णरूपी द्यावी. असें केल्यानें कोटि, भुज व छाया यांपासून एक काटकोन त्रिकोण बनेल. नंतर इष्ट बिंदुस्थळीं एक द्वादशांगुल शंकु स्थापन करावा, आणि छायेचें अग्र व भुजाचें अग्र यांचा संयोग ज्या ठिकाणीं झाला असेल तेथें एका सूत्राचें अग्र-बद्ध करून तें सूत्र स्थापित शंकूच्या अग्रास स्पर्श करील असें दुसरें अग्र दुसऱ्या एखाद्या वेळूच्या अग्रास बांधावें. असें केल्यानें तें सूत्र कर्णाकृति दिसेल. नंतर त्या सूत्रामध्यें अडकविलेली नळी किंवा

फुंकणी दोन वेळूच्या आधारानें अशी बसवावी कीं, तें सूत्र त्या नळीच्या मध्यांतून बरोबर जाईल. व ती नळी इतकी उच्च असावी, कीं, ती मधून मनुष्यास उभ्यानें ग्रह अवलोकन करितां येईल. याप्रमाणें तयारी झाल्यावर इष्टकालीं ह्मणजे ज्या वेळचे भुज, कोटि व कर्ण हे गणितानें आणिले आहेत त्या वेळीं नलिकायंत्रांतून ग्रह पाहिला असतां आकाशामध्यें नेमका दिसेल. ग्रहाचा जलामध्यें वेध करावयाचा असल्यास तो विलोम रीतीनें केला पाहिजे. ती रीति पुढच्या श्लोकामध्यें सांगणार आहों.

या तीन श्लोकांची उपपत्ति सहज समजण्यासारखी आहे. तथापि आकृतीनें स्पष्टीकरण करूं.



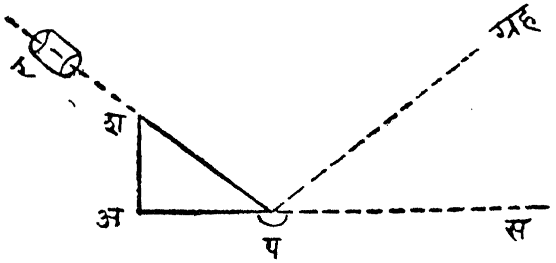
येथें अ हा इष्टबिंदु, डइ = पूर्वापर, फम = दक्षिणोत्तर, अश = द्वादशांगुल शंकु, र = नलिका, कशय = सूत्र, ग्रह पूर्वकपालीं मानून अब = कोटी, बक = दक्षिणभुज, आणि अक = छाया दाखविली आहे. म्हणून ग्रह इष्टकालीं कशय ह्या दिशेंत नलिकेंतून दिसेल हें उघड आहे.

निवेश्य शंकुं भुजभाग्रयोगे
बिंदोर्नराग्रानुगते च सूत्रे ।

तथैव धार्या नलिका विलोक्यो
बिंदुस्थतोये सुषिरेण खेटः ॥ १०९ ॥

ग्रहाचा जलांतून वेध करावयाचा असल्यास मागील श्लोकामध्यें सांगितल्याप्रमाणें भुज, कोटि व छाया देऊन भुजाचें अग्र व छायेचें अग्र ह्यांचा ज्या ठिकाणीं संयोग झाला असेल, तेथें द्वादशांगुल शंकु उभा करून इष्टबिंदू व शंकूचें अग्र याला संलग्न असें नलिकासूत्र पूर्ववत् बांधावें; आणि इष्टबिंदुस्थळीं पाण्याचें पात्र ठेवून नलिकेंतून ग्रह इष्टकालीं पाहिला असतां बरोबर इष्टबिंदुस्थळीं पाण्यामध्यें दिसेल.

उपपत्ति.



प या इष्टबिंदुस्थळीं जल आहे, त्यामध्यें ग्रहाचे किरण येऊन र या नलिकेंतून दिसतात. येथें ग्रपस कोन = रपअ कोन कारण किरणपतनकोन व परावर्तनकोन हे परस्पर बरोबर असतात. ह्मणून शंकूचें स्थापन इष्टबिंदुस्थळीं न करितां भुजाग्र व छायाग्र यांच्या संयोगस्थळीं करण्यास सांगितलें आहे. असें विलोम केल्यानेंच शंकूचें अग्र किरणपरावर्तन मार्गामध्यें येईल हें उघड आहे.

दर्शयेद्दिविचरं दिवि के वाऽ--
नेहसि द्युचरदर्शनयोग्ये।

पूर्वमेव विरचय्य यथोक्तं
रंजनाय सुजनस्य नृपस्य ॥ ११० ॥

प्रजापालन करण्याविषयीं तत्पर अशा उत्तम राजाचें मनोरंजन होण्याकरितां पूर्वी ग्रहवेधाची सर्व तयारी करून ग्रहअवलोकन करण्याच्या योग्यकालीं आकाशामध्यें किंवा जलामध्यें नलिकेंतून ग्रह नेमका दाखवावा.

याप्रमाणें त्रिप्रश्नाधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

॥ कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु ॥

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

पर्वसंभवाधिकार.

कलेर्गताब्दा रविभिर्विनिघ्ना-
श्चैत्रादिमासैः सहिताः पृथक्स्थाः ।
द्विघ्नाः स्वनागांकगजांशहीनाः
पंचांगभक्ताः प्रथमान्विताः स्युः ॥ १ ॥

मासाः पृथक् ते द्विगुणास्त्रिपूर्ण-
बाणाधिकाः स्वांकनृपांशयुक्ताः ।
त्रिभिर्विभक्ताः फलमंशपूर्वं
मासौघतुल्यैश्च गृहैर्युतं स्यात् ॥ २ ॥

सपातसूर्योऽस्य भुजांशका यदा
मनूनकाः स्याद्ग्रहणस्य संभवः ।

कलिगत वर्षांस १२ नीं गुणून आलेल्या गुणाकारामध्यें चैत्रादि इष्ट गतमास मिळवून जी संख्या होईल ती पृथक् दोन ठिकाणीं मांडावी. व त्यांतील एका ठिकाणीं २ नें गुणून जो गुणाकार होईल त्यांतून त्या गुणाकाराचा ८९८ व्वा हिस्सा वजा करून बाकीस ६५ या संख्येनें भागून जो भागाकार येईल तो पृथक् मांडलेल्या संख्येमध्यें मिळवावा म्हणजे चांद्रमास होतात. नंतर आलेल्या चांद्रमासांच्या दुप्पटीमध्यें ५०३ ही संख्या मिळवून जी बेरीज होईल तीमध्यें तिचा १६९ व्वा हिस्सा मिळवून ३ नें भागून आलेल्या अंशादि फलामध्यें चांद्रमासतुल्य राशि युक्त केले असतां सपातसूर्य होतो. या सपातसूर्याचे भुजांश १४ पेक्षां कमी असल्यास चंद्रग्रहण होण्याचा संभव आहे असें समजावें.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{युगसौरमास}}{\text{युगाधिमास}} = \frac{\text{कलिगतसौरमास}}{\text{इष्टाधिमास}}$$

$$\therefore \text{इष्टाधिमास} = \frac{\text{युगाधिमास} \times \text{कलिगतसौरमास}}{\text{युगसौरमास}}$$

यांत युगाधिमास = १५९३३००

आणि युगसौरमास = ५१८४००००

ह्या किंमती ठेवून

$$\text{इष्टाधिमास} = \frac{१५९३३०० \times \text{कलिगतसौरमास}}{५१८४००००}$$

यांतील अंश व छेद यांस ७९६६५०

ह्या संख्येनें भागून

$$\text{इष्टाधिमास} = \frac{२ \times \text{कलिगतसौरमास}}{६५।४।२१}$$

येथें $६५।४।२१ = ६५\frac{२६१}{३६००}$

$$\therefore \text{इष्टाधिमास} \quad \frac{२\times \text{कलिगतसौरमास}}{६५\frac{२६१}{३६००}}$$

यांत कलिगतसौरमास हे कलिगत वर्षांस १२ नीं गुणून आलेल्या गुणाकारामध्यें चैत्रादिमास मिळविले असतां येतील हें उघड आहे. या कलिगत सौरमासांस क्ष अशी संज्ञा देऊन

$$\text{इष्टाधिमास} = \frac{\text{२ क्ष}}{\text{६५}\frac{\text{२६१}}{\text{३६००}}}$$

$$\therefore \text{ इष्टाधिमास} = \frac{\text{२ क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\text{२ क्ष}}{\text{६५}} + \frac{\text{२ क्ष}}{\text{६५}\frac{\text{२६१}}{\text{३६००}}}$$

$$\text{इ. मा.} = \text{२} \left\{ \frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \left(\frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\text{क्ष}}{\text{५५}\frac{\text{२६१}}{\text{३६००}}} \right) \right\}$$

$$= \text{२} \left\{ \frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\text{२३४२६१ क्ष} - \text{२३४०००क्ष}}{\text{१५२२६९६५}} \right\}$$

$$= \text{२} \left\{ \frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\text{२६१ क्ष}}{\text{१५२२६९६५}} \right\}$$

यांतील दुसऱ्या पदाच्या अंशच्छेदांस १६९६५ या संख्येनें भागून

$$\text{इष्टाधिमास} = \text{२} \left(\frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\frac{\text{२६१ क्ष}}{\text{१६९६५}}}{\frac{\text{१५२२६९६५}}{\text{१६९६५}}} \right)$$

$$= \text{२} \left(\frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\frac{\text{क्ष}}{\text{६५}}}{\text{८९८}} \right)$$

$$= \text{२} \left(\frac{\text{क्ष}}{\text{६५}} - \frac{\text{क्ष}}{\frac{\text{८९८}}{\text{६५}}} \right)$$

$$= \frac{२ क्ष - \frac{२ क्ष}{८९८}}{६५}$$

आतां रविमासामध्यें अधिमास मिळविले असतां चांद्रमास होतात. ह्मणून

$$चांद्रमास = क्ष + \frac{२ क्ष - \frac{२ क्ष}{८९८}}{६५}$$

याप्रमाणें पहिल्या श्लोकाची उपपत्ति झाली. आतां पुढील सार्ध श्लोकाची उपपत्ति देऊं.

चंद्रग्रहण मानैक्यखंडापेक्षां म्हणजे भूभाबिंबार्ध व चंद्रबिंबार्ध यांच्या बेरजेपेक्षां चंद्राचा शर कमी असतां होतें. चंद्रग्रहणामध्यें मध्यम मानैक्यखंड ५६ कला असतें. इतके कला चंद्राचा शर होण्यास पातयुक्तचंद्राचे भुजांश १२ गणितानें येतात. कारण चंद्राचा शर पातयुक्तचंद्रापासून साधन करावा लागतो. तसेंच सूर्यग्रहणीं मध्यम मानैक्यखंड ३२ कला असतें. इतका शर होण्यास भुजभाग ७ असावे लागतात.

मानैक्यखंडापेक्षां शर कमी असतां ग्रहण होणारें आहे व तो शर सपातचंद्रावर अवलंबून आहे. परंतु येथें आचार्यांनीं सपातसूर्यावरूनच भुजांश पहावयास सांगितलें आहे. याचें कारण असें आहे कीं, दर्शांतीं जितका चंद्र असतो तितकाच सूर्य असतो व पौर्णिमेच्या अंतीं सहा राशींचें अंतर असतें तथापि भुज समान असतो. ह्मणून सपात चंद्रावरून शर आणण्याच्या जागीं सपात सूर्यावरून आणिला असतां फलभेद येणार नाहीं हें उघड आहे. करितां सपातसूर्य साधन करूं.

सूर्यभगण ४३२०००००० यांत चंद्रपातभगण २३२३१११६८ मिळविले असतां सपातसूर्याचे भगण

४५५२३१११६८ इतके झाले. यांस १२ नीं गुणून राशि ५४६२७७३४०१६ इतके झाले.

कल्पचांद्रमास	सपातसूर्यराशि	चांद्रमास
५३४३३६००००० :	५४६२७७३४०१६ : :	१

या त्रैराशिकावरून एका चांद्रमासामध्यें

$$१\frac{११९४४३४०१६}{५३४३३३००००}$$

राशि झाले. राशिशेषाचे अंश करण्याकरितां ३० या संख्येनें गुणून

$$\frac{११९४४३४०१६}{५३४३३३००००} \times ३० = \frac{३५८३३०२०४८०}{५३४३३३००००}$$

यांतील अंशच्छेदांस १७८१११००००० या संख्येनें भागून

$$\frac{२\frac{२१०८२०४८०}{१७८१११०००००}}{३}$$ यांतील अंशच्छेदांस १०५४१०२४०

या संख्येनें भागून $$\frac{२\frac{२}{१६९}}{३}$$ हें अंशात्मक फल झालें.

म्हणून एका चांद्रमासामध्यें १ राशि व $\frac{२\frac{२}{१६९}}{३}$ अंश इतका सपात सूर्य झाला.

	चांद्रमास	रा. अंश	
∴	१ :	१, $\frac{२\frac{२}{१६९}}{३}$	: : इष्ट चांद्रमास

या त्रैराशिकावरून

इष्ट सपात सूर्य = इष्टचांद्रमासतुल्यराशि; व

$$\frac{२\frac{२}{१६९}}{३} \times \text{इष्टचांद्रमास; अंश.}$$

हा कलीच्या आरंभापासून इष्टदर्शांतापर्यंत सपात सूर्य झाला. यास कलीच्या आरंभाचा पातक्षेपक ५ राशि ३ अंश १३ कला व पौर्णिमेचा करण्याकरितां १५ दिवसांची सपात सूर्याची गति ० राशि १५ अंश २० कला मिळविली असतां पौर्णिमेचा सपात सूर्य होईल.

रा अं क

आतां ५ रा, ३ अं, १३ क + ०।१५।२०

रा अं क

$$= ५।१८।३३ = \frac{१०११३}{६०} \text{ अंश}$$

$$= \frac{१०११३}{६०} \times \frac{\frac{८५५१०}{१०११३}}{\frac{८५५१०}{१०११३}} = \frac{८५५१०}{५०७}$$

$$= \frac{८५००७}{५०७} + \frac{५०३}{५०७} = \frac{५०३}{३} + \frac{५०३}{५०७}$$

$$= \frac{५०३}{३} + \frac{५०३}{१६९ \times ३} = \frac{५०३}{३} + \frac{\frac{५०३}{१६९}}{२}$$

∴ पौर्णिमासपातसूर्य =

चांद्रमासतुल्यराशि +

$$\frac{२\frac{२}{१६९}}{३} \times \text{चांद्रमास} + \frac{५०३}{३} + \frac{\frac{५०३}{१६९}}{३}$$

$$= \frac{२\text{ चां. मा} + ५०३ + \frac{२\text{ चां. मा} + ५०३}{१६९}}{३} +$$

चांद्रमासतुल्यराशि

ह्मणून दुसऱ्या श्लोकाची उपपत्ति झाली. पुढील अर्ध्या श्लोकामध्यें सपात सूर्याचे भुजांश १४ पेक्षां कमी असल्यास ग्रहण संभव आहे असें सांगितलें याचें कारण आम्हीं पूर्वींच दाखविलें आहे कीं भुजांश १२ असतां शर ५६ कला मानैक्यखंडाइतका येतो. येथें जो सपात सूर्य येतो तो मध्यम आहे. मध्यम व स्पष्ट यामध्यें अंतर परम २ अंशांचें असतें ह्मणून १२ + २ = १४ अंश असें आचार्यांनीं सांगितलें. ह्मणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

गृहार्धयुक्तस्य सपातभास्वतो
भुजांशकान् गोलदिशोवगम्य च ॥ ३ ॥

ज्ञेयोर्कों रविसंक्रमात् गतदिनैर्दर्शांतनाडीनतात्
वेदांशेन गृहादिनोनसहितः प्राक्पश्चिमेऽस्यापमः ।
अक्षांशैः खलु संस्कृतो रसलवेनास्याथ ते संस्कृताः
पाताढ्यार्कभुजांशका यदि नगोनाः स्युस्तदार्कग्रहः॥४॥

रूपं वियत् पूर्णकृतान् सपादान्
क्षिप्त्वा सपाते प्रतिमासमर्के ।
तत्संभवं प्रागवलोक्य धीमान्
ग्रहान् ग्रहार्थं विदधीत तत्र ॥ ५ ॥

या श्लोकांमध्यें सूर्यग्रहणाचा संभव आहे किंवा नाहीं हें पाहण्याकरितां विशेष विचार सांगितला आहे तो असा-मागील श्लोकामध्यें तयार केलेला जो सपात सूर्य आहे तो पौर्णिमेचा आहे ह्मणून तो अमावास्येचा करण्याकरितां त्यामध्यें १५ अंश

मिळविले असतां अमावास्येचा सपात सूर्य होईल. याचे भुजांश उत्तर गोलामध्यें सपात सूर्य असल्यास उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धामध्यें असल्यास दक्षिण असे समजावेत. आणि रवि-संक्रमणावरून सूर्य तयार करावा ह्मणजे रवि संक्रमणापासून जितके दिवस झाले असतील तितके अंश कल्पावेत, व जितक्या गतसंक्रांति झाल्या असतील तितक्या राशि सूर्याच्या कल्पाव्या. नंतर दर्शांतकालीं सूर्याच्या नतघटी साधाव्या. त्या नतघटींला ४ नीं भागून जें लब्ध येईल तें राश्यादि मानून पूर्वकपालामध्यें सूर्य असल्यास सूर्यांतून तें राश्यादिफल वजा करावें व पश्चिम कपालामध्यें सूर्य असल्यास तें फल सूर्यास मिळवावें ह्मणजे सुमाराचें त्रिभोन लग्न होतें. नंतर तें त्रिभोन लग्न सायन करून त्यापासून क्रांति साधावी. क्रांति व अक्षांश यांची संस्कृति ह्मणजे तुल्यदिशीं बेरीज आणि भिन्नदिशीं अंतर केलें असतां त्रिभोन लग्नाचे नतांश येतात. यांस ६ नीं भागून जो भागाकार येईल तो व सपात सूर्याचे भुजांश यांची संस्कृति करून जे अंश होतील ते ७ अंशांपेक्षां कमी असल्यास सूर्यग्रहणाचा संभव आहे असें समजावें. जर त्या अमावास्येला ग्रहण संभव नसल्यास सपात सूर्यामध्यें १ राशि ० अंश ४० कला व १५ विकला हा प्रतिमासक्षेपक मिळवून पुढच्या अमावास्येचा सपात सूर्य करून त्यावरून ग्रहण संभवासंभवाचा विचार करून ग्रहण संभव असल्यास तेथें स्पष्ट ग्रह करून गणित करावें.

उपपत्ति.

सूर्यग्रहणामध्यें मध्यम मानैक्यखंड ३२ कला आहे इतका शर होण्यास सपात सूर्याचे भुजभाग ७ असतात. ह्मणून ७ अंशांचे आंत सपात सूर्याचे भुजांश असल्यास सूर्यग्रहणाचा संभव असतो. परंतु सूर्यग्रहणामध्यें शर नतीनें संस्कृत करावा लागतो. करितां सपात सूर्याचे भुजांशासही लंबनसंबंधाचा संस्कार करून जे भुजांश होतील ते ७ अंशांचे आंत असतील तर सूर्यग्रहण संभव येईल हें उघड आहे. ह्मणून तो संस्कार काय याचें स्पष्टीकरण करूं. दर्शांतीं नतघटिका लंबनाच्या योगानें अधिक होतात. व नतघटिकेच्या चतुर्थांशाबरोबर स्थूल-लंबन असतें.

$$\therefore \text{नतघटिका} + \frac{\text{नतघटिका}}{४} = \text{लंबनसंस्कृतनतघटिका.}$$

आतां नतीकारितां वित्रिभ लग्न साधणें आहे. येथें सूर्य माहीत असून वित्रिभलग्नापासून सूर्याचें लंबनसंस्कृत नतघटिकात्मक अंतर माहीत झालें. त्याचें राश्यात्मक करून तें सूर्यांतून वजा केलें तर सूर्य पूर्वकपालीं असतां वित्रिभ लग्न होईल. व पश्चिमकपालीं असतां तें राश्यात्मक अंतर सूर्यांत मिळविलें असतां वित्रिभ लग्न होईल. व एका राशीमध्यें सुमारें ५ घटिका असतात.

$$\therefore \frac{\text{नतघटि} + \frac{\text{नतघटि}}{४}}{५} = \text{राश्यात्मक सूर्यवित्रिभांतर}$$

$$\therefore \frac{४\ \text{न} + \text{न}}{४ \times ५} = \frac{\text{नतघटिका}}{४}$$

हें राश्यात्मकसूर्यवित्रिभांतर झालें; यावरून वित्रिभलग्न समजेल.

आतां वित्रिभलग्न सायन करून त्याची क्रांति तयार करून ती अक्षांशानें संस्कृत केली असतां वित्रिभलग्नाचे नतांश येतील. आपण ते नतांश ४५ आहेत असें समजून नति काढूं.

$$\text{त्रिज्या} : \frac{\text{परमनति}}{४८।४६} :: \frac{\text{४५ अंशांची}}{\text{ज्या २४३१}}$$

या त्रैराशिकावरून नतिफल कलात्मक ३४।३० येतें. इतका शर किती भुजभागांनीं होईल हें पाहूं.

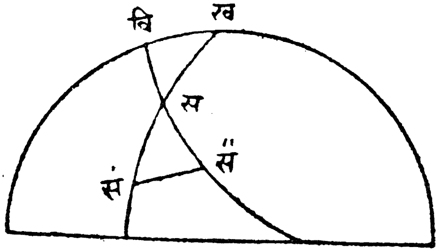
कलात्मकशर	:	भुजभाग	::	कला.
७०		१५		३४।३०

या त्रैराशीकावरून ७ अंश २४ कला इतके भुजभाग येतात. व हे नतांश ४५ यांच्या षडंशाबरोबर सुमारें आहेत. ह्मणून

आचार्यांनीं नतांशांच्या षडंशानें भुजभागास संस्कार करण्यास सांगितलें आहे. व प्रतिमासक्षेपक हा सपात सूर्याच्या महिन्याच्या गतीवरून काढून सांगितलेला आहे.

आतां वरील संस्कार आकृति काढून स्पष्ट दाखवूं.

भुजांश संस्कारभंगि.



येथें ख = खमध्यस्थान

वि = वित्रिभलग्न

स = सूर्याचें स्थळ

संसं'' = नति

ससं'' = भजांश संस्कार.

मागें दिलेल्या रीतीवरून काढिलेला हा संस्कार सुमाराचा येतो. कारण तेथें लंबनें वगैरे स्थूलमानानें घेतलेलीं आहेत.

म्हणून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

याप्रमाणें पर्वसंभवाधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु ॥

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

चंद्रग्रहणाधिकार.

बहुफलं जपदानहुतादिके
स्मृतिपुराणविदः प्रवदंति हि ।
सदुपयोगि जने सचमत्कृति
ग्रहणमिंदिनयोः कथयाम्यतः ॥ १ ॥

ग्रहणकालीं मनुष्यांनीं जप, दान, हवन इत्यादि सत्क्रिया केल्या असतां त्यापासून पुष्कळ पुण्य फल मिळतें. विवाहादि सत्क्रिया करण्याविषयीं ग्रहणांचा उपयोग आहे, व या मनुष्यलोकामध्यें सर्वांना चमत्कार उत्पन्न करणारें ग्रहण आहे. ह्मणून चंद्र व सूय यांचीं ग्रहणें सांगतों.

समगृहांशकलाविकलौ स्फुटौ
रविविधू विदधीत रविग्रहम् ।
समलवावयवौ तु विधुग्रहं
समवगंतुमगुं च तदोक्तवत् ॥ २ ॥

सूर्यग्रहणाचें गणित करावयाचें असल्यास राशी, अंश, कला व विकला ह्यांनीं तुल्य असे स्पष्ट रवि चंद्र करून राहु करावा. चंद्रग्रहणाचें गणित करावयाचें असल्यास अंश, कला व विकला ह्यांनीं तुल्य असे स्पष्ट रवि चंद्र करून सांगितल्याप्रमाणें राहु करावा. कारण सूर्यग्रहण अमावास्येस होणार व चंद्रग्रहण पौर्णिमेला होणारें आहे.

नगनगाग्निनवाष्टरसा रवे
रसरसेषुमहीषुमिता विधोः ।
निगदिताऽवनिमध्यत उच्छ्रितिः
श्रुतिरियं किल योजनसंख्यया ॥ ३ ॥

सूर्यकक्षेचें व्यासार्ध ६८९३७७ इतकें योजनात्मक आहे; व चंद्रकक्षेचें व्यासार्ध ५१५६६ इतकें योजनात्मक आहे. येथें कक्षाव्यासार्ध ह्मणजे भूमध्यापासून सूर्य व चंद्र यांचें अंतर समजावें. यास योजनात्मक कर्ण असें ह्मणतात.

उपपत्ति.

पूर्वी कक्षाध्यायामध्यें सूर्य व चंद्र यांच्या कक्षा सांगितल्या आहेत. त्यावरून " व्यासे भनंदाग्निहते " इत्यादि लीलावती-मध्यें सांगितलेल्या पद्धतीनें कक्षांचे व्यास काढून त्यांचीं अर्धें केलीं असतां योजनात्मक कर्ण येतील.

आतां वरील पद्धतीनें काढिलेल्या सूर्यादिकांच्या अंतरांचें कोष्टक देऊं.

योजनात्मककर्णकोष्टक.							
र	चं	मं	बु	गु	शु	श	न
६८९३७७	५१५६६	१२९६६१९	१६६०३२	८१७६५३८	४२४०८८	२०३१९०७२	४१३६२६५८

मंदश्रुतिर्द्राक्‌श्रुतिवत्प्रसाध्या
तया त्रिभज्या द्विगुणा विहीना ।
त्रिज्याकृतिः शेषहृता स्फुटा स्या-
ल्लिप्ताश्रुतिस्तिग्मरुचोर्विधोश्च ॥ ४ ॥

शीघ्रकर्णाप्रमाणें रवि व चंद्र यांचा मंदकर्ण आणावा; तो दुप्पट त्रिज्येंतून वजा करून जी शिलक राहील, तिनें त्रिज्या-वर्गास भागिलें असतां कलाकर्ण होतो.

उपपत्ति.

मागें स्पष्टीकरणप्रकरणामध्यें जे मंदनीचोच्चवृत्तपरिधिभाग सांगितले आहेत, ते त्रिज्यातुल्यकक्षाव्यासार्ध धरून सांगितले आहेत. करितां ते ग्रहाच्या कर्णावर परिणत करून असकृत्क्रिया केली असतां कलाकर्ण स्फुट होईल, हें उघड आहे. परंतु ।-चार्यांनीं एकदम

२ त्रिज्या – मंदकर्ण : त्रिज्या : : त्रिज्या

या त्रैराशिकानें स्फुट कर्ण आणावयास सांगितलें.
या सकृत्क्रियेनें गणित करून पाहिलें असतां फल एकच येतें.
म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

लिप्ताश्रुतिघ्न स्त्रिगुणेन भक्तः
स्पष्टो भवेद्योजनकर्ण एवम् ।

योजनात्मककर्णास कलाकर्णानें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां स्पष्ट योजनकर्ण होतो.

उपपत्ति.

त्रिज्या : कलाकर्ण : : योजनकर्ण

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्पष्ट योजनकर्ण} = \frac{\text{कलाकर्ण} \times \text{योजनकर्ण}}{\text{त्रिज्या}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

बिंबं रवेर्द्विद्विशरर्तुसंख्या-

नींदोःखनागांबुधियोजनानि ॥ ५ ॥

भूव्यासहीनं रविबिंबमिंदु

कर्णाहतं भास्करकर्णभक्तम् ।

भूविस्तृतिर्लब्धफलेन हीना

भवेत् कुभाविस्तृतिरिंदुमार्गे ॥ ६ ॥

रविबिंबाचा व्यास ६५२२ इतकीं योजनें आहे, व चंद्रबिंबाचा व्यास ४८० योजनें आहे.

रविबिंबांतून पृथ्वीचा व्यास १५८१ वजा करून स्फुट योजनात्मक चंद्रकर्णानें गुणून स्फुट रविकर्णानें भागावें. जो भागाकार येईल, तो भूव्यासांतून वजा केला असतां चंद्रकक्षेवरील भूभाव्यासाचीं योजनें येतात.

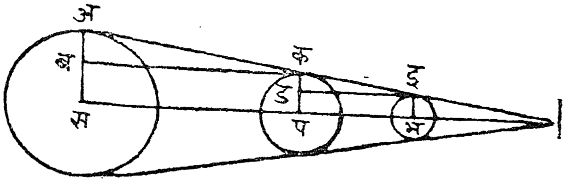
उपपत्ति.

वेधानें रविबिंबकला ३२।३१।२३ व चंद्रबिंबकला ३२।०।९ समजतात.

$$\therefore \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{व्यासार्ध}} : \text{बिंबकला} :: \frac{\text{पठित}}{\text{योजनकर्ण}}$$

या त्रैराशिकावरून ६५२२ रविबिंबयोजनें व ४८० चंद्रबिंबयोजनें येतात.

आतां भूभाबिंबाची उपपत्ति देऊं.



या आकृतीमध्यें स हा सूर्यबिंबाचा मध्य, प हा पृथ्वीचा मध्य आणि भ हा चंद्रकक्षेवर भूभाबिंबाचा मध्य आहे. येथें ब क आणि ड इ ह्या रेषा स प भ या रेषेशीं समांतर काढिल्या आहेत, असें समजा. आतां अ ब क आणि क ड इ हे दोन त्रिकोण सरूप आहेत. ह्मणून

$$\frac{\text{अ ब}}{\text{ब क}} = \frac{\text{क ड}}{\text{ड इ}}$$

$$\therefore \text{क ड} = \frac{\text{अ ब} \times \text{ड इ}}{\text{ब क}}$$

यांत अ ब = अ स − प क ही किंमत ठेवून

$$\text{क ड} = \frac{(\text{अ स} - \text{प क})\,\text{ड इ}}{\text{ब क}}$$

$$\therefore \text{इ भ} = \text{प क} - \text{क ड}$$

$$\therefore \text{इ भ} = \text{प क} - \frac{(\text{अ स} - \text{प क})\,\text{ड इ}}{\text{ब क}}$$

यांतील उभयपक्षांस २ नीं गुणून भूभाबिंबव्यासयोजनें =

$$\text{भूव्यास} - \frac{(\text{सूर्यबिंब} - \text{भूव्यास})\,\text{चंद्रकर्ण}}{\text{सूर्यकर्ण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

सूर्येंदुभूभातनुयोजनानि
त्रिज्याहतान्यर्कशशींदुकर्णैः ।
भक्तानि तत्कार्मुकलिप्तिकास्ता-
स्तेषां क्रमान्मानकला भवंति ॥ ७ ॥

सूर्य, चंद्र व भूभा यांच्या योजनात्मक बिंबांस त्रिज्येनें गुणून क्रमानें रविकर्ण, चंद्रकर्ण व चंद्रकर्ण यांनीं भागिलें असतां जें फल येईल, त्याच्या चापकला केल्या असतां कलात्मक बिंबमानें येतील.

उपपत्ति.

योजनकर्ण : योजनात्मक बिंब :: त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{कलाबिंब} = \frac{\text{यो. बिं} \times \text{त्रिज्या}}{\text{कर्ण}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

भानोर्गतिः स्वदशभागयुतार्धिता वा
बिंबं विधोस्त्रिगुणिता युगशैलभक्ता ।
तिथ्यद्रिहीनशशिभुक्तिरिषुद्विभक्ता
नंदाक्षियुक् भवति वा विधुबिंबमेवम् ॥ ८ ॥

सूर्याच्या गतीमध्यें सूर्याच्या गतीचा दशमांश मिळवून अर्ध केलें असतां रवीचें कलाबिंब येतें. तसेंच चंद्राच्या गतीस ३ नीं गुणून ७४ नीं भागिलें असतां चंद्राचें कलाबिंब येतें. अथवा चंद्रगतींतून ७१५ वजा करून शेषास २५ नीं भागून जें फल येईल, त्यांत २९ मिळविलें असतां चंद्रबिंब होतें.

उपपत्ति.

जसा जसा ग्रह पृथ्वीपासून दूर जाईल, तसें तसें त्या ग्रहाचें बिंब लहान लहान होतें, व गतिही कमी कमी होत जाते. तसेंच जसा जसा ग्रह पृथ्वीच्याजवळ येत जाईल, तसें तसें त्या ग्रहाचें बिंब मोठें मोठें होतें व गतिही वाढत वाढत जाते. म्हणून बिंब व गति ह्यांची वाढ व न्यूनता ह्या समान असल्या- गतीवरूनही बिंब साधिलें असतां हरकत नाहीं.

$$\therefore \frac{\text{योजनगति}}{११८५९} : \frac{\text{योजनात्मक रविबिंब}}{६५२२} :: \text{कलागति}.$$

या त्रैराशिकावरून कलात्मक सूर्यबिंब $= \dfrac{६५२२ \times \text{रविगति}}{११८५९}$

$$\therefore \text{सूर्यबिंब} = \frac{११ \times \text{र. ग.}}{२०}$$

$$\therefore \text{सूर्यबिंब} = \frac{\dfrac{११ \text{ रविगति}}{१०}}{२}$$

$$\therefore \text{सूर्यबिंब} = \frac{\text{रविगति} + \dfrac{\text{रविगति}}{१०}}{२} \quad \ldots \quad \ldots \quad (१)$$

तसेंच $\dfrac{\text{योजनगति}}{११८५९} : \dfrac{\text{चंद्रबिंबयो.}}{४८०} :: \text{चंद्रगति}.$

या त्रैराशिकावरून कलात्मक चंद्रबिंब = $\frac{\text{४८० चंद्रगति}}{\text{११८५१}}$

अंशच्छेदांस १६० नीं भागून

$$\text{चंद्रबिंब} = \frac{\text{३ चंद्रगति}}{\text{७४}} \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots (\text{२})$$

$$\text{अथवा चंद्रबिंब} = \frac{\text{३ चंद्रगति}}{\text{७४}} - \text{२९} + \text{२९}$$

$$\therefore \text{चं. बिं.} = \frac{\text{चं. ग} - \text{७१५}}{\text{२५}} + \text{२९} \ldots \quad (\text{३})$$

∴ समीकरण (१), (२) व (३)

ह्यावरून सर्व इष्टसिद्धि झाली.

भानोर्गतिः शरहता रविभिर्विभक्ता
चंद्रस्य लोचनगुणा तिथिभाजिता च ।
लब्धांतरं भवति वाऽवनिभाप्रमाणं
भूभा विधुं विधुरिनं ग्रहणेऽपि धत्ते ॥ ९ ॥

सूर्याच्या गतीस ५ नीं गुणून १२ नीं भागून आलेलें लब्ध चंद्रगतीच्या दुपटीच्या १५ व्या हिश्शांतून वजा केलें असतां कलात्मकभूभाबिंबाचें मान येतें. ग्रहणकालीं चंद्रास भूभा व सूर्यास चंद्र आच्छादन करितो.

उपपत्ति.

मागें ह्याच प्रकरणाच्या श्लोक ६ च्या उपपत्तीमध्यें योजनात्मक भूभाबिंबाची सारणी आणिली. ती

$$\text{भूव्यास} - \frac{(\text{सूर्यबिंब} - \text{भूव्यास})\ \text{चंद्रकर्ण}}{\text{सूर्यकर्ण}}$$

अशी आहे. हिला श्लोक ७ मध्यें दिलेल्या रीतीप्रमाणें कलात्मक करणें झाल्यास त्रिज्येनें गुणून चंद्रकर्णानें भागिलें पाहिजे. व तसें केल्यानें कलात्मक भूभाबिंब =

$$\frac{\text{भूव्यास} \times \text{त्रिज्या}}{\text{चंद्रकर्ण}} - \frac{(\text{सू. बिं.} - \text{भूव्या.})\ \text{त्रिज्या}}{\text{सूर्यकर्ण}}$$

यावरून स्पष्ट दिसतें कीं, चंद्रकक्षेवरील भूव्याससंबंधि कलांतून रविकक्षेवरील (सूयबिंब – भूव्यास) याच्या कला वजा केल्या असतां कलात्मक भूभाबिंब येईल. त्या कला आचार्यांनीं गतीसंबंधानें साधन केल्या आहेत. त्या अशा—

$$\underset{११८५९}{\text{गतियोजनें}} : \text{रविगतिकला} :: \underset{४९४१}{\text{सर्यबिंब—भूव्यास}}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{सूर्यकक्षागतकला} = \frac{\text{रविगति} \times ४९४१}{११८५९}$$

$$\therefore \text{सू. क} = \frac{\text{रविगति} \times ५}{१२}$$

$$\text{तसेंच, } \underset{११८५९}{\text{गतियोजन}} : \text{चंद्रगति} :: \underset{१५८१}{\text{भूव्यास}}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{चंद्रकक्षागतकला} = \frac{\text{चंद्रगति} \times १५८१}{११८५९}$$

$$\therefore \text{चं. क} = \frac{\text{चंद्रगति} \times २}{१५}$$

$$\therefore \frac{\text{चं. ग} \times २}{१५} - \frac{\text{र. ग} \times ५}{१२} = \text{भूभाबिंब}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली. या श्लोकांतील छाद्यछादकाची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें स्पष्ट दिली आहे.

सपाततात्कालिकचंद्रदोर्ज्या
खभैर्हता व्यासदलेन भक्ता ।
सपातशीतद्युतिगोलदिक् स्यात्
विक्षेप इंदोः स च बाणसंज्ञः ॥ १० ॥

ग्रहणकालीं चंद्राचा शर साधणें झाल्यास, चंद्रामध्यें पात ह्मणजे राहु मिळवावा, त्यास सपात चंद्र ह्मणतात. त्या सपात चंद्राच्या दोर्ज्येस २७० नीं गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां चंद्राचा शर येतो; यास बाण किंवा विक्षेप ह्मणतात. सहा राशीं-पेक्षां सपात चंद्र कमी असल्यास तो शर उत्तर समजावा; व ६ राशींपेक्षां अधिक सपात चंद्र असल्यास दक्षिण समजावा.

उपपत्ति.

चंद्राचा शर समजण्याकरितां चंद्र व पात यांच्यामधील अंतर समजलें पाहिजे तें सपात चंद्रानें समजतें. चंद्राचा परम-शर ४ अंश ३० कला ह्मणजे २७० कला इतका आहे.

$$\therefore \frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परमशर}} = \frac{\text{सपातचंद्रदोर्ज्या}}{\text{इष्टशर}}$$

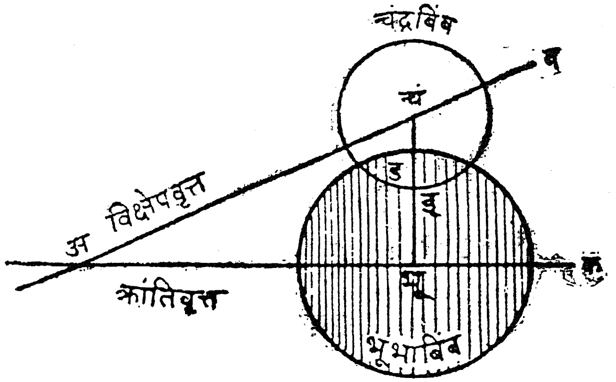
$$\therefore \text{इष्टशर} = \frac{\text{परमशर } २७० \times \text{दोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यच्छाद्यसंछादकमंडलैक्य-
खंडं शरोनं स्थगितप्रमाणम् ।
तच्छाद्यबिंबादधिकं यदा स्यात्
ज्ञेयं च सर्वग्रहणं तदानीम् ॥ ११ ॥

ग्रहणकालीं जो आच्छादन करितो त्यास आच्छादक किंवा छादक ह्मणतात. व जो आच्छादित होतो त्यास छाद्य ह्मणतात. आतां छाद्य व छादक यांच्या बिंबाच्या बेरजेच्या अर्धांतून शर वजा केला असतां ग्रासप्रमाण येतें. तें प्रमाण छाद्यबिंबापेक्षां अधिक येत असल्यास सर्व ग्रहण आहे असें समजावें.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें अ ब हें विक्षेपवृत्त, अ क क्रांतिवृत्त, च हा चंद्रबिंबाचा मध्य, आणि भू हा भूभाबिंबाचा मध्य आहे असें समजा.

आतां ड इ हा ग्रास काढणें आहे.

च इ + ड भू = च ड + ड इ + ड इ + इ भू

∴ च इ + ड भू = च ड + २ ड इ + इ भू

हें छाद्य व छादक यांच्या बिंबांच्या बेरजेचें अर्ध झालें. यांतून

शर = चं भू = च ड + ड इ + इ भू

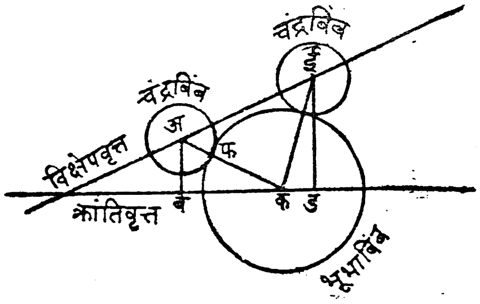
वजा केला असतां ड इ ची किंमत येते हें उघड आहे. व तेंच ग्रासप्रमाण होय. जर ड इ ची किंमत छाद्य बिंबापेक्षां अधिक असल्यास सर्व ग्रहण होईल हें स्पष्ट आहे. ह्मणून इष्ट-सिद्धि झाली.

मानार्धयोगांतरयोः कृतिभ्यां
शरस्य वर्गेण विवर्जिताभ्याम् ।
मूले खषड्संगुणिते विभक्ते
भुक्त्यंतरेण स्थितिमर्दखंडे ॥ १२॥

छाद्य व छादक यांचीं कलात्मक बिंबें घेऊन त्यांचीं अर्धे करावीं. नंतर एका ठिकाणीं त्यांचा योग व दुसऱ्या ठिकाणीं अंतर करावें. पुढें योग व अंतर यांच्या वर्गांतून शराचा वर्ग वजा करून वर्गमूळें काढावीं. त्या वर्गमूळांस ६० नीं गुणून चंद्र व सूर्य यांच्या गतींच्या अंतरानें भागिलें असतां क्रमानें स्थितिखंड व मर्दखंड हीं येतात.

उपपत्ति.

स्थितिखंडभंगि.



स्पर्शकालापासून ग्रहणमध्यकालापर्यंत जो काल त्यास स्पर्शस्थितिखंड ह्मणतात. ग्रहणमध्यकालापासून मोक्षकालापर्यंत जो काल त्यास मोक्षस्थितिखंड ह्मणतात. ग्रहणारंभापासून समाप्तीपर्यंत जो काल त्यास स्थिति ह्मणतात. संपूर्ण बिंबग्रासकालापासून ग्रहणमध्यकालापर्यंत जो काल त्यास स्पार्शिकमर्दखंड म्हणतात. ग्रहणमध्यकालापासून बिंबदर्शनारंभकालापर्यंत जो काल त्यास मौक्षिकमर्दखंड म्हणतात. आणि संपूर्ण बिंबग्रासकालापासून बिंबैकदेशदर्शनारंभकालापर्यंत जो काल त्यास मर्द म्हणतात.

वरील आकृतीमध्यें अ ठिकाणीं चंद्र असतां स्पर्श झाला आहे. तेव्हां ब पासून क पर्यंत जो काल लागणार आहे तें स्पर्श स्थितिखंड होय. तें काढावयाचें.

आतां अ ब क हा काटकोनत्रिकोण आहे. म्हणून

$$\text{अब}^2 + \text{बक}^2 = \text{अक}^2$$

$$\therefore \text{ब क} = \sqrt{\text{अ क}^2 - \text{अ ब}^2}$$

यांत अ क = अ फ + फ क ठेवून

$$\text{ब क} = \sqrt{(\text{अ फ} + \text{फ क})^2 - \text{अ ब}^2}$$

$$= \sqrt{(\text{चंद्रबिंबार्ध} + \text{भूभार्ध})^2 - \text{शर}^2}$$

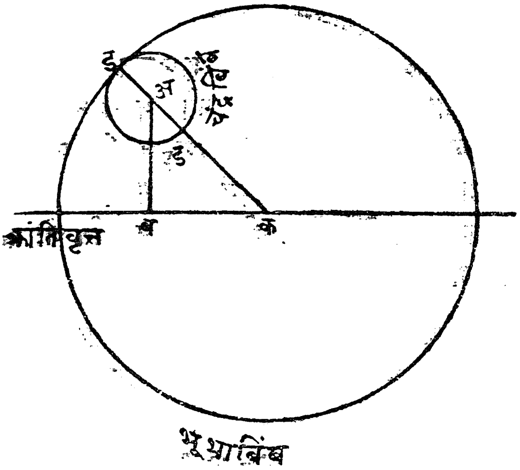
$$\text{आतां,}\ \frac{\text{चंद्रसूर्य गत्यंतर}}{} : \frac{\text{घटिका}}{६०} :: \text{ब क}$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्थितिखंड} = \frac{\sqrt{(\text{चं. बिंबार्ध} + \text{भूभार्ध})^2 - \text{शर}^2} \times ६०}{\text{गत्यंतर}}$$

याचप्रमाणें मोक्षस्थितिखंड येतें. कारण तीं दोन्हीं खंडें समान आहेत. आतां मर्दाची उपपत्ति देऊं.

मर्दखंडभंगी.



या आकृतीमध्यें अ या ठिकाणीं चंद्र असतां संपूर्ण ग्रास झाला आहे. अ ब हा चंद्राचा शर, व बकला लागणारा काल मर्दखंड आहे.

$$\therefore \text{ब क}^2 = \text{अ क}^2 - \text{अ ब}^2$$

$$= (\text{इ क} - \text{इ अ})^2 - \text{अ ब}^2$$

$$= (\text{भूभार्ध} - \text{चंद्रबिंबार्ध})^2 - \text{शर}^2$$

$$\therefore \text{ब क} = \sqrt{(\text{भूभार्ध} - \text{चंद्रबिंबार्ध})^2 - \text{शर}^2}$$

आतां, गत्यंतर : ६० घटिका : : ब क

या त्रैराशिकावरून

$$\text{मर्दखंड} = \frac{६० \sqrt{(\text{भूभार्ध} - \text{चं. बिंबार्ध})^2 - \text{शर}^2}}{\text{गत्यंतर}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

स्थित्यर्धनाडीगुणिता स्वभुक्तिः
षष्ट्या हृता तद्रहितौ युतौ च ।
कृत्वेंदुपाता वसकृच्छराभ्यां
स्थित्यर्धमाद्यं स्फुटमंतिमं च ॥ १३ ॥

चंद्र व पात यांच्या गतींला स्थितिखंडरूपघटिकांनीं गुणून ६० नीं भागावें. जें लब्ध येईल तें चंद्र व पात यांमध्यें रहित व युक्त करून त्यापासून शर साधून स्थित्यर्ध आणावें. याप्रमाणें असकृत् क्रिया केली असतां आद्य व अंतिम स्थितिखंड स्फुट होतें.

उपपत्ति.

मागें स्थितिखंड आणावयाची जी रीति दिली आहे, तीमध्यें शर पर्वांतकालचा घेऊन व्यवस्था केली आहे. तो शर स्पर्श-कालचा पाहिजे. करितां सुमारानें आलेल्या स्थितिखंडाइतक्या कालाचें चालन देऊन चंद्र व पात घेतले. तें चालन देण्याचें त्रैराशिक असें:—

६० घटिका : गति :: स्थितिखंड

या त्रैराशिकानें चालित चंद्रपातांपासून पुनः शर साधून स्थितिखंड आणिलें. याप्रमाणें वारंवार क्रिया केल्यानें स्फुट स्थितिखंड येईल हें उघड आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

एवं विमर्दार्धफलोनयुक्त-
सपातचंद्रोद्भवसायकाभ्याम् ।
पृथक् पृथक् पूर्ववदेव सिद्धे
स्फुटे स्त आद्यंतविमर्दखंडे ॥ १४ ॥

याप्रमाणेंच मर्दखंडाच्या घटिकांनीं पात व चंद्र यांच्या गतीस गुणून ६० नीं भागून जें फल येईल, तें रहित व युक्त

करून त्या सपात चंद्रापासून पुनः शर आणून पूर्वोक्त क्रिया वारंवार केली असतां स्फुट अशीं आद्य व अंत मर्दखंडें येतात.

या श्लोकाची उपपत्ति पूर्व श्लोकाच्या उपपत्तीप्रमाणेंच आहे असें समजावें.

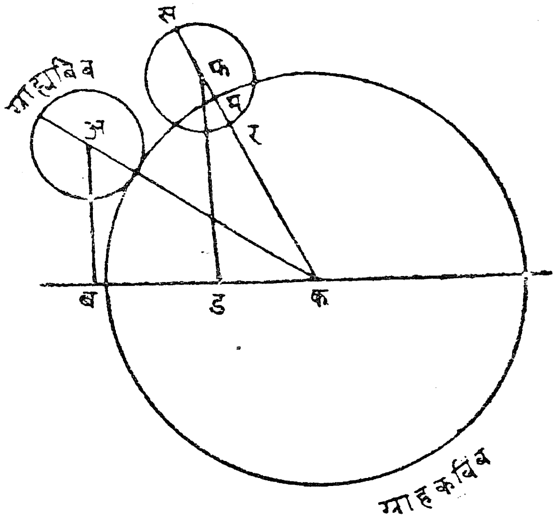
स्पर्शाग्रतः स्पार्शिकमिष्टमुक्तं
प्राङ्मोक्षतो मौक्षिकमत्र पूर्वैः ।
वीष्टेन निघ्नाः स्थितिखंडकेन
भुक्त्यंतरांशा भुज इष्टकाले ॥ १५ ॥

एवं विमर्दार्धहताः पृथक् त
संमीलनोन्मीलनयोर्भुजौ स्तः ।
कोटिश्च तत्कालशरोऽथ कोटी-
दोर्वर्गयोगस्य पदं श्रुतिः स्यात् ॥ १६ ॥

मानैक्यखंडं श्रुतिवर्जितं सत्
ग्रासप्रमाणं भवतीष्टकाले ।

स्पर्शकालानंतर जो इष्टकाल असेल त्यास स्पार्शिक इष्ट व मोक्षाच्या पूर्वी जो इष्टकाल असेल त्यास मौक्षिक इष्ट असें पूर्वाचार्य ह्मणतात. तें इष्ट, स्थितिखंडांतून वजा करून शेषानें गत्यंतरांशांस गुणिलें असतां इष्ट कालाचा भुज होतो. याप्रमाणें भुक्त्यंतरांशांस मर्दखंडांनीं गुणिलें असतां संमीलनभुज व उन्मीलनभुज हे येतील. या भुजसंबधानें तात्कालिक शरास कोटि असें समजावें. नंतर भुजवर्गांत कोटिवर्ग मिळवून वर्गमूळ काढिलें असतां कर्ण येतो. हा कर्ण मानैक्यखंडांतून म्हणजे ग्राह्य व ग्राहक यांच्या बिंबांच्या बेरजेच्या अर्धांतून वजा केला असतां इष्टकालीं ग्रास किती झाला आहे, याचें स्फुट मान समजतें.

उपपत्ति.



स्पर्शकालानंतर इष्ट कालानें ग्रास किती झाला आहे हें काढणें आहे. या आकृतीमध्यें स्पर्शकालीं ग्राह्यबिंबाचा मध्य अ स्थळीं आहे. व पुढें इष्टकालीं फ स्थळीं ग्राह्यबिंबमध्य आहे, तर म र ह्या ग्रासाची किंमत काय ही काढूं. स्थितिखंड-संबंधीं अंतर ब क आहे यांतून इष्टकालसंबंधीं अंतर ब ड वजा केलें असतां ड क हा भुज होईल. करितां स्थितिखंडांतूनच इष्ट-काल वजा करून

६० घटिका : गत्यंतर कला :: स्थितिखंड—इष्टकाल

या त्रैराशिकावरून

$$ड\ क = \frac{\text{गत्यंतर कला}\ (\text{स्थि. खं.} - \text{इष्ट})}{६०}$$

$$\therefore \text{भुज} = \frac{\text{गत्यंतरांश}\ (\text{स्थितिखं} - \text{इष्ट})}{१}$$

कोटि = इष्टकालीन शर फ ड

$\therefore \sqrt{\text{भु}^2 + \text{को}^2} = \text{कर्ण} = \text{फ क}$

$\therefore$ मर ग्रास = (फ म + म र) + (म र + र क) −
(फ म + म र + र क)

$\therefore$ ग्रास = मानैक्यखंड − कर्ण

$\therefore$ इष्टसिद्धि झाली.

ग्रासोनमानैक्यदलस्य वर्गात्
विक्षेपकृत्या रहितात् पदं यत् ॥ १७ ॥

गत्यंतरांशैर्विहृतं फलोनं
स्थित्यर्धकं स्वं भवतीष्टकालः ।
तत्कालबाणेन मुहुः स्फुटोऽग्रे
वक्ष्येऽन्यथा वा परिलेखतोऽमुम् ॥ १८ ॥

ग्रासावरून इष्ट काल साधन करण्याची रीति येथें दिली आहे ती अशीः—

मानैक्यखंडांतून इष्ट ग्रास वजा करून शेषाच्या वर्गांतून शराचा वर्ग वजा करून जें वर्गमूळ येईल, त्यास गत्यंतरांशांनीं भागून आलेलें फल स्थित्यर्धांतून वजा केलें असतां इष्ट काल येतो. या क्रियेमध्यें तात्कालिक शर घेऊन असकृत् क्रिया केली असतां स्फुट इष्टकाल होईल. अथवा दुसऱ्या रीतीनें परिलेखावरून इष्ट काल आणावयास पुढें सांगणार आहों, त्यावरून इष्टकाल आणावा.

उपपत्ति.

मागें या प्रकरणाचे श्लोक १५।१६ यांची उपपत्ति दिली आहे. तीमध्यें

ग्रास = मानैक्यखंड − कर्ण असें सिद्ध केलें आहे, त्यावरून

$$\text{कर्ण} = \text{मानैक्यखंड} - \text{ग्रास} \text{ व } \text{कोटि} = \text{शर}$$

$$\therefore \text{भुज} = \sqrt{\text{कर्ण}^2 - \text{कोटि}^2}$$

$$\therefore \text{भुज} = \sqrt{(\text{मानैक्यखंड} - \text{ग्रास})^2 - \text{शर}^2}$$

आतां श्लोक १५।१६ च्या उपपत्तींतील

$$\text{भुज} = \text{गत्यंतरांश} \, (\text{स्थितिखंड} - \text{इष्टकाल})$$

या समीकरणावरून

$$\frac{\text{भुज}}{\text{गत्यंतरांश}} = \text{स्थितिखंड} - \text{इष्टकाल}$$

$$\therefore \text{इष्टकाल} = \text{स्थितिखंड} - \frac{\text{भुज}}{\text{गत्यंतरांश}}$$

ह्यांत भुजाची किंमत ठेवून

$$\text{इष्टकाल} = \text{स्थितिखंड} - \frac{\sqrt{(\text{मानैक्य. खं.} - \text{ग्रास})^2 - \text{शर}^2}}{\text{गत्यंतरांश}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

मध्यग्रहः पर्वविरामकाले
प्राक् प्रग्रहोऽस्मात् परतश्च मुक्तिः।
स्थित्यर्धनाडीष्वथ मर्दजासु
संमीलनोन्मीलनके तथैव ॥ १९ ॥

पर्वांतकालीं ग्रहणाचा मध्य होतो, मध्याच्या पूर्वी स्थितिखंड-घटिका इतक्या अंतरावर स्पर्श होतो, व मध्याच्या पुढें स्थिति-खंड घटिका इतक्या अंतरावर मोक्ष होतो. तसेंच मध्याच्या पूर्वी मर्दखंडघटिका इतक्या कालानें संमीलन होतें, व मध्याच्या पुढें मर्दखंड इतक्या कालानें उन्मीलन होतें. याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

खांकाहतं स्वद्युदलेन भक्तं
स्पर्शादिकालोत्थनतं लवाः स्युः ।
तेषां क्रमज्या पलशिंजिनीघ्नी
भक्ता द्युमौर्व्या यदवाप्तचापम् ॥ २० ॥

प्रजायते प्रागपरे नते क्रमा-
दुदक् यमाशं वलनं पलोद्भवम् ।

ज्या वेळीं वलन साधावयाचें असेल, त्या वेळच्या नतघटिकांस ९० नीं गुणून स्वकीय दिनार्धानें (चंद्रग्रहणीं रात्र्यर्धानें व सूर्यग्रहणीं दिनार्धानें) भागून जे अंश येतील त्यांच्या क्रमज्येस अक्षज्येनें गुणून द्युज्येनें भागून आलेल्या लब्धाचें चाप केलें असतां आक्षवलन होतें. तें पूर्वनत असल्यास उत्तर व पश्चिमनत असल्यास दक्षिण वलन समजावें.

याची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें ग्रहणवासनेंत दिली आहे. ती पहा.

युतायनांशोडुपकोटिशिंजिनी-
जिनांशमौर्व्या गुणिता विभाजिता ॥ २१ ॥
द्युजीवया लब्धफलस्य कार्मुकं
भवेच्छशांकायनदिक्कमायनम् ।

सायनचंद्रांच्या कोटिज्येस १३९७ नीं गुणून द्युज्येनें भागून जें फल येईल त्याचें धनु केलें असतां आयनवलन होतें. तें, चंद्र ज्या अयनामध्यें असेल त्या दिशेचें समजावें.

याची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें दिली आहे.

तयोः पलोत्थायनयोः समाशयो-
र्युतेर्वियुक्तेस्तु विभिन्नकाष्ठयोः ॥ २२ ॥

या शिंजिनी मानदलैक्यनिघ्नी
त्रिज्योद्धृता तद्वलनं स्फुटं स्यात् ।
यैरुत्क्रमज्याविधिनैतदुक्तं
सम्यङ्न ते गोलगतिं विदंति ॥ २३ ॥

आक्षवलन व आयनवलन हीं दोन्ही एकाच दिशेचीं असल्यास यांचा योग करावा, व भिन्न दिशेचीं असल्यास अंतर करावें. नंतर त्याच्या भुजज्येस मानैक्यखंडानें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां स्फुट वलन होतें. ज्यांनीं उत्क्रमज्येवरून हीं वलनें आणावयास सांगितलीं आहेत, त्यांस गोलज्ञान चांगलें नाहीं हें स्पष्ट दिसतें.

या श्लोकांची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें दिली आहे.

त्रिज्योद्धृतस्तत्समयोत्थशंकुः
सार्धद्वियुक्तोऽङ्गुललिप्तिकाः स्युः ।
स्थूलाः सुखार्थं द्युदलेन भक्तं
समुन्नतं सार्धयमान्वितं वा ॥ २४॥

ग्रहणमध्यकालीं त्रिप्रश्नाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें ग्रहाचा महाशंकु साधावा. त्यास त्रिज्येनें भागून जें फल येईल त्यामध्यें २।३० मिळविले असतां अंगुललिप्तिका येतात ह्मणजे कलात्मक अंगुलाचें मान येतें.

अथवा उन्नतघटिकांस ग्रहाच्या दिनार्धघटिकांनीं भागिलें असतां जें फल येईल, त्यामध्यें २।३० मिळविले असतां स्थूल-अंगुललिप्तिका येतील.

उपपत्ति.

गगनमध्यामध्यें जेव्हां ग्रह असतो, त्या वेळीं त्याचें बिंब लहान असतें; व क्षितिजाजवळ ग्रह असतां मोठें दिसतें. यावरून विद्वान् लोकांनीं गगनमध्यामध्यें ३ कला ३० विकलांचें अंगुल कल्पिलें, व क्षितिजामध्यें २ कला व ३० विकलांचें अंगुल

कल्पिलें. तेव्हां मध्यंतरीं त्रैराशिकानें अंगुलाचें मान काढिलें पाहिजे.

त्रिज्यातुल्य शंकु : अंगुललिप्तांतर १ :: इष्टमहा शंकु

$$\therefore \text{इष्ट अंगुललिप्तांतर} = \frac{\text{महाशंकु}}{\text{त्रिज्या}}$$

हें २।३० मध्यें मिळविलें असतां अंगुललिप्ता होतील; हें उघड आहे.

तसेंच, दिनार्ध : १ अंतर :: उन्नतकाल.

या त्रैराशिकावरून जें फल येईल तें २।३० मध्यें मिळविलें असतां अंगुललिप्ता होतील. ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

आभिर्विभक्ता वलनेषुबिंब-
दोर्भ्छन्नलिप्ताः स्युरथांगुलानि ।
शरा यथाशा ग्रहणे खरांशो-
श्चंद्रग्रहे व्यस्तदिशस्तु वेद्याः ॥ २५ ॥

अंगुललिप्तांनीं वलन, शर, बिंब, भुज, ग्रास इत्यादिकांच्या लिप्तांस भागिलें असतां वलनादिकांचीं अंगुलात्मक मानें येतात. सूर्यग्रहणामध्यें शर यथागत समजावा व चंद्रग्रहणामध्यें विपरीत दिशेचा शर समजावा.

उपपत्ति.

एका अंगुलाचें मान अमुक कला आहेत असें ठरल्यामुळें तितक्या कलांनीं वलनादिकांच्या कलांस भागिलें असतां अंगुलात्मकमानें येतील हें उघड आहे.

तसेंच शराग्रावर चंद्र व शरमूलावर भूभा असते म्हणून चंद्रविक्षेपदिशेच्या भिन्न दिशीं भूभा आहे असें झालें. म्हणून भूभास्थानज्ञानाकरितां विपरीत शर सांगितला आहे. म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

ग्राह्यार्धसूत्रेण विधाय वृत्तं
मानैक्यखंडेन च साधिताशम् ।
ग्राह्येऽत्र वृत्ते वलनं ज्यकावत्
प्राक्चिन्हतः स्पर्शभवं हिमांशोः ॥ २६ ॥

सव्यापसव्यं खलु याम्यसौम्यं
मौक्षं तथा पश्चिमतश्च देयम् ।
रविग्रहे पश्चिमपूर्वतस्ते
विक्षेपदिक्चिन्हत एव माध्यम् ॥ २७ ॥

सूत्राणि केंद्राद्वलनाग्रसक्ता-
न्यंकान्यतः स्पर्शविमुक्तिबाणौ ।
ज्यावन्निजाभ्यां वलनाग्रकाभ्यां
देयौ यथाशावथ मध्यबाणः ॥ २८ ॥

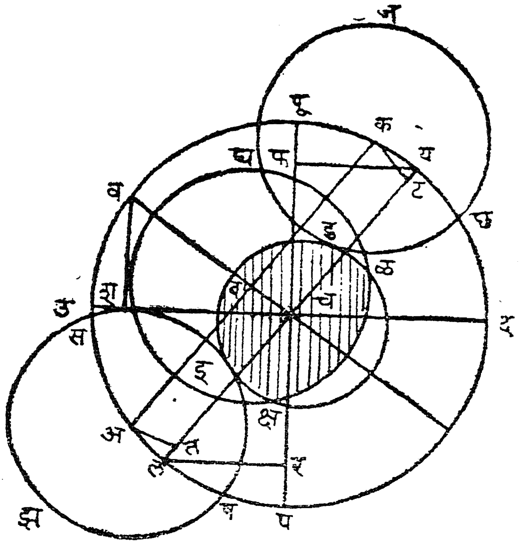
केंद्रात्प्रदेयो वलनस्य सूत्रे
तेभ्यः पृथक् ग्राहकखंडकेन ।
वृत्तैः कृतैः स्पर्शविमुक्तिमध्य-
ग्रासाः क्रमेणैवमिहावगम्याः ॥ २९ ॥

ग्राह्याचें म्हणजे छाद्याचें जें अंगुलात्मक मान आलें असेल, त्याच्या अर्धाइतकें लांब सूत्र घेऊन त्या सूत्रानें ह्मणजे तेवढ्या त्रिज्येनें एक वर्तुळ काढावें. तसेंच मानैक्यखंडाएवढ्या त्रिज्येनें दुसरें वर्तुळ काढावें; तें असें कीं, पहिल्या वर्तुळाचा व दुसऱ्याचा मध्यबिंदु एकच होईल. नंतर त्या मध्यबिंदूतून पूर्वापर व दक्षिणोत्तर अशा दोन रेषा काढाव्या, आणि पूर्व, दक्षिण, पश्चिम आणि उत्तर या बिंदूंच्या खुणा कराव्या. पुढें दुसऱ्या वर्तुळावर अर्धज्येप्रमाणें वलन द्यावें. तें असें चंद्रग्रहणामध्यें स्पर्शवलन दक्षिण असल्यास सव्य क्रमानें पूर्वबिंदूपासून द्यावें, व उत्तर असल्यास अपसव्य क्रमानें पूर्वबिंदूपासून द्यावें; तसेंच मोक्ष

वलन दक्षिण असल्यास सव्य क्रमानें पश्चिमबिंदूपासून द्यावें, व उत्तर असल्यास अपसव्य क्रमानें पश्चिमबिंदूपासून द्यावें. सूर्यग्रहणामध्यें स्पर्शवलन दक्षिण असल्यास सव्य क्रमानें पश्चिम-बिंदूपासून द्यावें, व उत्तर असल्यास अपसव्य क्रमानें पश्चिम-बिंदूपासून द्यावें; तसेंच मोक्षवलन दक्षिण असल्यास सव्य क्रमानें पूर्वबिंदूपासून द्यावें, व उत्तर असल्यास अपसव्य क्रमानें पूर्वबिंदूपासून द्यावें. आतां मध्यवलन शर-दिशेच्या चिन्हा-पासून ह्मणजे शर दक्षिण असल्यास दक्षिणबिंदूपासून द्यावें व उत्तर शरअसल्यास उत्तरबिंदूपासून द्यावें. येथें मध्यवलन दक्षिण असल्यास सव्यक्रम घ्यावा, व उत्तर असल्यास अपसव्यक्रम घ्यावा. सर्वत्र सव्यक्रम म्हणजे पूर्व, दक्षिण, पश्चिम व उत्तर असा समजावा. व अपसव्य क्रम म्हणजे पूर्व, उत्तर, पश्चिम व दक्षिण असा समजावा. याप्रमाणें वलनें देऊन केंद्रापासून म्हणजे वृत्त मध्यापासून वलनाग्रापर्यंत सूत्रें बांधावींत अथवा रेषा काढाव्या. नंतर स्पर्शवलनाग्रापासून स्पर्शकालचा शर द्यावा, व मोक्ष वलनाग्रापासून मोक्षकालाचा शर द्यावा. शराची दिशा “ शरा यथाशाग्रहणे खरांशोरित्यादि ” श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें सम-जावी. शर देणें तो अर्धज्याप्रमाणें द्यावा. मध्यशर केंद्रापासून मध्यवलनाग्रसक्त रेषेवर द्यावा. नंतर ते शर दिलेले बिंदु मध्य कल्पून त्यापासून ग्राहकार्धतुल्यत्रिज्येनें वर्तुळें काढिलीं असतां क्रमानें स्पर्श, मोक्ष व मध्यग्रास हे समजतात. म्हणजे स्पर्श शराग्रीं मध्य धरून काढलेलें वृत्त ग्राह्यवृत्तपरिधीला ज्या ठिकाणीं स्पर्श करील त्या ठिकाणीं ग्रहणस्पर्श समजावा. मोक्ष-शराग्रीं मध्य धरून काढिलेलें वर्तुळ ग्राह्यवृत्तपरिधीला ज्या ठिकाणीं लागेल त्या ठिकाणीं मोक्ष समजावा व मध्यशराग्रीं मध्य धरून काढिलेल्या वृत्तामध्यें ग्राह्यवृत्त जितकें प्रविष्ट झालें असेल तितका मध्यग्रास समजावा.

आतां वरील सर्व गोष्टींचें स्पष्टीकरण होण्याकरितां आकृति देऊं.

स्पर्शमोक्षमध्यग्रासदर्शकभंगि.



या आकृतीमध्यें च मध्यबिंदु धरून च ड ह्या ग्राह्यार्धाएव-ढ्या त्रिज्येनें ड ळ क्ष हें वर्तुळ काढिलें आहे; म्हणून ड ळ क्ष हें ग्राह्यबिंब झालें. तसेंच च मध्यबिंदु कल्पून चद ह्या मानैक्य-खंड त्रिज्येनें पू द प उ हें वर्तुळ काढिलें. फ य हें स्पर्शवलन, ल र मोक्षवलन, श व मध्यवलन आहे. ह्मणून य च ल हें विक्षेपवृत्त झालें. क ट, च ब, त अ हे क्रमानें स्पर्शशर, मध्यशर व मोक्षशर आहेत म्हणून अ ब क हें क्रांतिवृत्त झालें. तसेंच अ, ब, क हे पृथक् मध्य धरून ग्राहकार्धत्रिज्येनें इ ष झ, घ ळ क्ष, आणि ध ज छ अशीं वृत्तें काढिल्यामुळें ड स्थळीं स्पर्श, इ स्थळीं मोक्ष होईल व कृष्णवर्णित मध्यग्रास होईल हें उघड आहे.

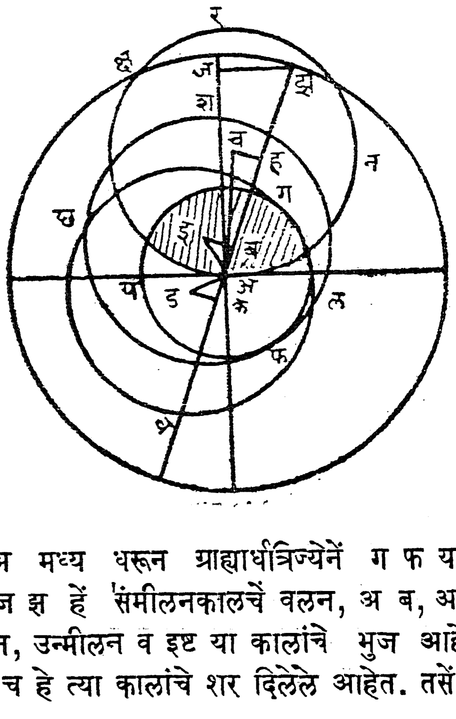
केंद्राद्भुजं स्वे वलनस्य सूत्रे
शरं भुजाग्रात् श्रवणं च केंद्रात् ।
प्रसार्य कोटिश्रुतियोगचिन्हा-
द्वृत्ते कृते ग्राहकखंडकेन ॥ ३० ॥

संमीलनोन्मीलनकेष्टकाल-
ग्रासाश्च वेद्या यदि वान्यथामी ।

संमीलनकालीं वलन आणून तें पूर्वचिन्हापासून मागें सांगितल्याप्रमाणें द्यावें. नंतर मध्यकेंद्रापासून वलनाग्रापर्यंत रेषा काढून त्या रेषेवर केंद्रापासून पूर्वेकडे भुज द्यावा. भुजाग्रापासून शर देऊन शराचे अग्रापासून केंद्रापर्यंत कर्णरेषा काढावी. नंतर शर व कर्ण यांचें संयोगस्थान मध्यबिंदु धरून ग्राहकार्धतुल्य-त्रिज्येनें वर्तुळ काढिलें असतां संमीलनस्थान येतें. याचप्रमाणें उन्मीलनकालचें वलन आणून तें पश्चिमेच्या बाजूस देऊन पूर्वोक्त क्रिया केली असतां उन्मीलन स्थान समजेल. व इष्टकालच्या वलनावरून पूर्व क्रिया केली असतां इष्टकालचा ग्रास समजेल.

आतां आकृति देऊन स्पष्टीकरण करूं.

संमीलनोन्मीलनेष्टग्रासपरिलेख.



येथें अ मध्य धरून ग्राह्यार्धत्रिज्येनें ग फ य हें वर्तुळ काढिलें. ज झ हें संमीलनकालचें वलन, अ ब, अ क, अ ह हें संमीलन, उन्मीलन व इष्ट या कालांचे भुज आहेत. ब इ, क ड, ह च हे त्या कालांचे शर दिलेले आहेत. तसेंच, इ, ड,

च, हे पृथक् मध्यबिंदु धरून ग्राहकार्धत्रिज्येनें छ श ल, व छ ग आणि क्ष र न अशीं वर्तुळें काढिल्यामुळें फ हें संमीलन-स्थान, आणि ग हें उन्मीलनस्थान होईल. कृष्णवर्णित जागा इष्टग्रास होईल हें स्पष्ट आहे.

ये स्पर्शमुक्त्योर्विशिखाग्रचिन्हे
ताभ्यां पृथक् मध्यशराग्रयाते ॥ ३१ ॥

रेखे किल प्रग्रहमोक्षमार्गौ
तयोश्च माने विगणय्य वेद्ये ।
बिंबांतरार्धेन विधाय वृत्तं
केंद्रेऽथ तन्मार्गयुतिद्वयेऽपि ॥ ३२ ॥

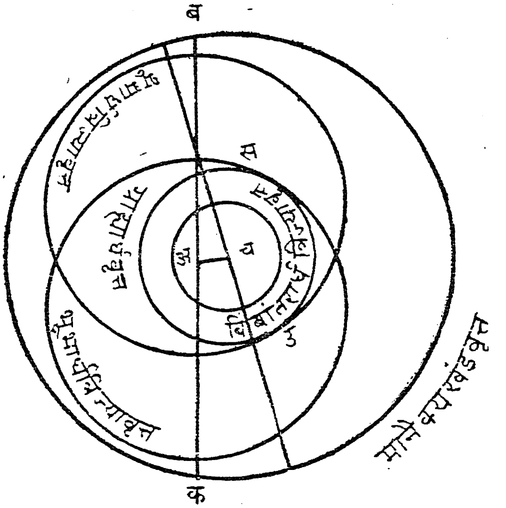
भूभार्धसूत्रेण विधाय वृत्ते
संमीलनोन्मीलनके च वेद्ये ।

स्पर्शशराग्रापासून मध्यशराग्रापर्यंत रेषा काढावी, तिला प्रग्रह मार्ग (स्पर्शमार्ग) म्हणतात. आणि मध्यशराग्रापासून मोक्ष शराग्रापर्यंत रेषा काढावी, तिला मोक्षमार्ग म्हणतात. त्या स्पर्श-मार्गाचीं व मोक्षमार्गाचीं अंगुलात्मक मानें मापून ठेवावींत. यांचा उपयोग पुढील श्लोकांत होणारा आहे. आतां केंद्र हा मध्य बिंदु कल्पून बिंबांतरार्धतुल्यत्रिज्येनें वर्तुळ काढावें. तें वर्तुळ स्पर्श-मार्ग व मोक्षमार्ग यांस ज्या ठिकाणीं छेदील, ते पृथक् मध्यबिंदु धरून भूभार्धतुल्यात्रिज्येनें वर्तुळें काढिलीं असतां क्रमानें संमीलन-स्थान व उन्मीलनस्थान हीं दोन्हीं समजतात.

आतां आकृति देऊन स्पष्टीकरण करूं.

येथें एवढेंच लक्ष्यांत ठेविलें पाहिजे कीं, संमीलन व उन्मी-लन या कालीं चंद्रबिंब व भूभाबिंब यांच्या मध्यबिंदूमध्यें बिंबांतरार्धाइतकें अंतर असतें.

संमीलनोन्मीलन परिलेख.

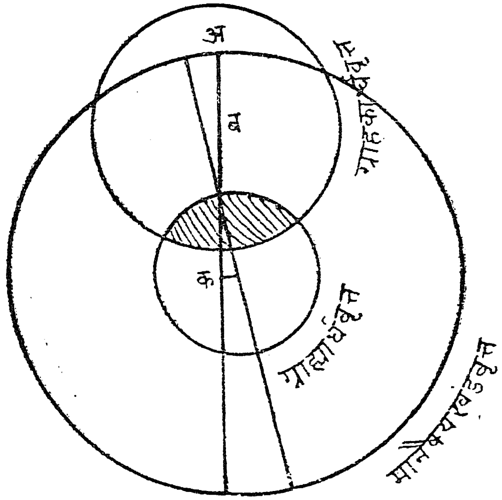


येथें अ ब हा प्रग्रहमार्ग व अ क हा मुक्तिमार्ग आहे. आकृतीवरून स्पष्ट दिसेल कीं, उ हें संमीलनस्थान व स हें उन्मीलन आहे.

मार्गांगुलघ्नं स्थितिखंडभक्त-
मिष्टं स्युरिष्टांगुलसंज्ञकानि ॥ ३३ ॥
इष्टांगुलानीष्टवशात् स्वमार्गे
दत्वात्र च ग्राहकखंडवृत्तम् ।
कृत्वेष्टखंडं यदि वावगम्यम्
स्थूलः सुखार्थं परिलेख एवम् ॥ ३४ ॥

पूर्वींच्या श्लोकावरून आणिलेल्या मार्गांगुलांनीं इष्टकालास गुणून स्थित्यर्धघटिकांनीं भागिलें असतां इष्टांगुलें येतात. तीं स्वमार्गामध्यें देऊन (जर स्पर्शकालापासून इष्टकाल असेल तर स्पर्शशराग्रापासून इष्टांगुलें द्यावीं. जर मध्यकालाच्या पूर्वींचा इष्टकाल असेल तर मध्यशराग्रापासून पूर्वेकडे द्यावीं) नंतर इष्टांगुलें देऊन जो बिंदु येईल तो मध्य कल्पून ग्राहकबिंबार्धतुल्यत्रिज्येनें वर्तुळ काढिलें असतां इष्टग्रास समजेल.

इष्टग्रासपरिलेख.



येथें अ क हा प्रग्रहमार्ग आहे.

स्थित्यर्धघटी : मार्गांगुलें : : इष्टघटी

या त्रैराशिकावरून इष्टांगुलें आलेलीं, तीं अ ब हीं आहेत म्हणून ब मध्य धरून ग्राहकार्धत्रिज्येनें वर्तुळ काढिलें तेव्हां कृष्णवर्णित इष्टग्रास झाला.

ग्रासोनमानैक्यदलेन केंद्रे
वृत्तात् कृतान्मार्गदले बहिर्ये ।
ते संगुणे स्वस्थितिखंडकेन
मार्गांगुलाप्ते पृथगिष्टकालौ ॥ ३५ ॥

मानैक्यखंडांतून ग्रास वजा करून जें शेष राहील तत्तुल्य त्रिज्येनें केंद्र मध्य धरून एक वर्तुळ काढावें. त्या वृत्ताच्या बाहेर दोन्हीं बाजूंस जीं मार्गखंडें असतील, त्यांस स्वकीय स्वकीय स्थित्यर्धानें गुणून स्वकीय मार्गांगुलांनीं भागिलें असतां स्वइष्ट काल येतात म्हणजे स्पर्शापासून पुढचा व मोक्षापासून मागचा इष्टकाल येतो.

याची उपपत्ति मागील श्लोकाच्या उलट आहे. व ती अति स्पष्ट आहे.

स्वल्पे छन्ने धूम्रवर्णः सुधांशो-
रर्धे कृष्णः कृष्णरक्तोऽधिकेऽर्धात्।
सर्वच्छन्ने वर्ण उक्तः पिशंगो
भानोश्छन्ने सर्वदा कृष्ण एव ॥ ३६ ॥

चंद्रग्रहणीं अल्पग्रास असेल तर चंद्राचा वर्ण धुरासारखा दिसतो. निम्माग्रास होत असल्यास कृष्णवर्ण दिसतो. निम्म्यापेक्षां अधिक ग्रास असल्यास कृष्णरक्तवर्ण व सर्वग्रास असल्यास पिंगटवर्ण दिसतो. सूर्यग्रहणीं नेहमीं कृष्णवर्ण दिसतो.

इंदोर्भागः षोडशः खंडितोऽपि
तेजःपुंजच्छन्नभावान्न लक्ष्यः ।
तेजस्तैक्ष्ण्यात् तीक्ष्णगोर्द्वादशांशो
नादेश्योऽतोल्पो ग्रहो बुद्धिमद्भिः ॥ ३७ ॥

चंद्रबिंबाचा सोळावा हिस्सा जरी खंडित (ग्रस्त) झाला, तरी अधिक तेजामुळें तो ग्रस्त झाला असें समजून येत नाहीं. म्हणून तें ग्रहण आहे असें लोकांस सांगू नये. तसेंच सूर्यबिंबाचा बारावा हिस्सा जरी ग्रस्त झाला तरी सूर्याच्या तीक्ष्ण तेजामुळें लक्षांत येत नाहीं, सबब तेंही ग्रहण सांगू नये.

यत् खस्वस्तिकगे रवौ भवलये दृग्वृत्तवत्संस्थिते
प्रत्यक्षं वलनं कुजे त्रिभयुतार्काग्रासमं दृश्यते ।
त्वं चेदुत्क्रमजीवया नयसि तत् तादृक्सखे गोलवित्
मन्ये तद्यमलं तदेव वलनं धीवृद्धिदाद्योदितम् ॥ ३८ ॥
यत्राक्षोंगरसालवा दिनमणेऽस्तत्रोदयं गच्छतो
मेषे वा वृषभेऽपि वाप्यनिमिषे कुंभे स्थितस्यापि वा ।
स्पर्शो दक्षिणतस्तदा क्षितिजवत् स्यात् क्रांतिवृत्तं यत-
स्तत् ब्रूह्युत्क्रमजीवयात्र वलनं व्यासार्धतुल्यं कथम् ॥ ३९

वरील दोन्ही श्लोकांची सविस्तर व्याख्या गोलाध्यायामध्यें दिली आहे, ती पहा.

याप्रमाणें चंद्रग्रहणाधिकाराचें भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

सूर्यग्रहणाधिकार.

दर्शांतकालेऽपि समौ रवींदू-
द्रष्टा नतौ येन विभिन्नकक्षौ ।
क्वधोंच्छ्रितः पश्यति नैकसूत्रे
तल्लंबनं तेन नतिं च वच्मि ॥ १ ॥

अमावास्येच्या समाप्तिकालीं चंद्र व सूर्य हे राशि अंश इत्या-दिकांनीं तुल्य जरी असले, तथापि ते खमध्याहून अन्य स्थळीं असल्यास, त्यांच्या भिन्न कक्षा असल्यामुळें भूमध्यापासून पृथ्वी-च्या त्रिज्येइतक्या उंचीवर असणारा प्रेक्षक रविचंद्रांस एकाच सूत्रामध्यें अवलोकन करीत नाहीं. त्यामुळें लंबन व नति हे दोन संस्कार उत्पन्न होतात, ते सांगतों.

दर्शांतलग्नं प्रथमं विधाय
न लंबनं वित्रिभलग्नतुल्ये ।
रवौ तदूनेऽभ्यधिके च तत्स्या-
देवं धनर्णं क्रमतश्च वेद्यम् ॥ २ ॥

प्रथमतः अमावास्येच्या अंतीं लग्न साधावें. त्या लग्नांतून तीन राशि वजा केल्या असतां शेषास वित्रिभलग्न ह्मणतात. त्य वित्रिभलग्नाशीं तुल्य असा सूर्य असल्यास लंबन नाहीं असें समजावें. वित्रिभलग्नाहून कमी किंवा अधिक सूर्य असल्यास लंबन असतें. कमी सूर्य असल्यास तें लंबन धन आणि अधिक सूर्य असल्यास तें ऋण समजावें. धन लंबन तिथ्यंतघटिकामध्यें मिळवावें व ऋण लंबन तिथ्यंतघटिकांतून वजा करावें; ह्मणजे लंबनसंस्कृततिथ्यंत होतो.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

त्रिभोनलग्नं तरणिं प्रकल्प्य
तल्लग्नयोर्यः समयोऽन्तरेऽसौ ।
त्रिभोनलग्नस्य भवेत् द्युयातः
शंक्वाद्यत स्तस्य चरांत्यकाद्यैः ॥ ३ ॥

त्रिभोनलग्नार्कविशेषशिंजिनी
कृताहता व्यासदलेन भाजिता ।
हतात्फलात् वित्रिभलग्नशंकुना
त्रिजीवयाप्तं घटिकादि लंबनम् ॥ ४ ॥

दर्शांतकालीं लग्न साधून वित्रिभलग्न करावें. त्या त्रिभोन लग्नास सूर्य कल्पून तो व लग्न यांच्यामधील काल साधावा (ह्मणजे वित्रिभलग्नापासून भोग्य आणावें व लग्नापासून भुक्त काल आणावा. नंतर भोग्य व भुक्तकाल यांच्यामधील अंतरित उदयामध्यें ते भुक्तभोग्यकाल मिळवावे) तो वित्रिभलग्नाचा उदितकाल होईल. त्या उदितकालावरून त्रिप्रश्नाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें चर, अंत्या इत्यादि आणून वित्रिभलग्नाचा महाशंकु, दृग्ज्या वगैरे यांचें साधन करावें. नंतर त्रिभोनलग्न व सूर्य यांच्या अंतराच्या भुजज्येस ४ नीं गुणून त्रिज्येनें भागावें. जें फल येईल त्यास वित्रिभलग्नाच्या शंकूनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां घटिकादि लंबन येतें.

उपपत्ति.

वित्रिभलग्न व सूर्य यांच्या अंतराची भुजज्या परम असली ह्मणजे परमलंबन असतें. व ती भुजज्या कमी होऊं लागली असतां लंबनही कमी कमी होऊं लागतें. दृङ्मंडलगत मध्यम लंबन परम ४ घटिका आहे.

∴ त्रिज्या : ४ घटिका : : अंतरज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\frac{४ \times \text{अंतरज्या}}{\text{त्रिज्या}} = \text{मध्यमलंबन}$$

याचें स्फुटलंबन क्रांतिवृत्तावर कोटिरूप असतें. व वित्रिभलग्न-शंकु त्रिज्येपेक्षां कमी कमी होत जाईल, तसें तसें तें स्फुटलंबन मध्यमलंबनापेक्षां कमी कमी होत जातें.

∴ त्रिज्या : मध्यमलंबन :: इष्टशंकु

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्पष्टलंबन} = \frac{\text{मध्यमलंबन} \times \text{शंकु}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\therefore \text{स्प. लं.} = \frac{४ \times \text{अंतरज्या} \times \text{वित्रिभशंकु}}{\text{त्रिज्या} \times \text{त्रिज्या}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

फलाद्दविघ्नात् त्रिभहीनलग्न-
कर्णेन लब्धं खलु लंबनं वा ।

पूर्वीच्या श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें त्रिभोनलग्न व सूर्य यांच्या अंतराच्या भुजज्येस ४ नीं गुणून त्रिज्येनें भागून जें फल येईल, त्यास १२ नीं गुणून वित्रिभलग्नाच्या छायाकर्णानें भागिलें असतां स्फुटलंबन होतें.

उपपत्ति.

$$\text{स्पष्टलंबन} = \frac{४ \times \text{अंतरज्या}}{\text{त्रिज्या}} \times \frac{\text{वित्रिभशंकु}}{\text{त्रिज्या}}$$

हें मागील श्लोकांतील समीकरण आहे. यांत

$$\frac{\text{शंकु}}{\text{त्रिज्या}} = \frac{१२}{\text{छायाकर्ण}}$$

ही किंमत ठेवून

$$\text{स्प. लं.} = \frac{४ \times \text{अंतरज्या}}{\text{त्रिज्या}} \times \frac{१२}{\text{वित्रिभ छा. क.}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

त्रिभोनलग्नस्य रवेश्च शंक्वो-
र्वा दृग्ज्ययोर्वर्गवियोगमूलम् ॥ ५ ॥
स्यात् दृङ्नतिर्वेदगुणा त्रिमौर्व्या
भक्ताऽथवा लंबननाडिकाः स्युः ।

त्रिभोनलग्न व रवि यांच्या शंकूंचें किंवा दृग्ज्यांचें वर्गांतर करून वर्गमूळ काढिलें असतां दृङ्नति होते. या दृङ्नतीस ४ नीं गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां स्पष्टलंबनघटिका येतात.

उपपत्ति.

मागील श्लोकाच्या उपपत्तीमध्यें

$$\text{स्पष्टलंबन} = \frac{४ \times \text{अंतरज्या} \times \text{वित्रिभशंकु}}{\text{त्रिज्या} \times \text{त्रिज्या}}$$

असें समीकरण आहे. यापैकीं

$$\frac{\text{अंतरज्या} \times \text{वित्रिभशंकु}}{\text{त्रिज्या}} = \text{दृङ्नति}$$

असें नांव दिलें आहे. म्हणजे त्रिज्याव्यासार्धावर जेवढी अंतरज्या आहे ती वित्रिभलग्नशंकुव्यासार्धावर परिणत केली असतां जी अंतरज्या होइल तिला दृङ्नति हें नांव दिलें आहे. व ती दृङ्नाति, वित्रिभलग्न व सूर्य यांच्या दृग्ज्यांच्या वर्गांतर-मूलाबरोबर असते. हें गोलाच्या आंतून भुजज्या सूत्रें बांधून पाहिलें असतां स्पष्ट दिसतें.आकृतीनें कांहीं दाखवितां येत नाहीं.

$$\therefore \text{स्पष्टलंबन} = \frac{४ \times \text{दृङ्नति}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$= \frac{४ \sqrt{\text{वि. लग्न दृग्ज्या}^{२} \backsim \text{सूर्यदृग्ज्या}^{२}}}{\text{त्रिज्या}}$$

यांत $\text{वित्रिभलग्नदृग्ज्या}^{२} = \text{त्रिज्या}^{२} - \text{शंकु}^{२}$

आणि $\text{सूर्यदृग्ज्या}^{२} = \text{त्रि}^{२} - \text{सूर्यशंकु}^{२}$

ह्या किंमती ठेवून

$$\text{स्पष्टलंबन} = \frac{४ \sqrt{\text{शंकु}^{२} \backsim \text{सूर्यशंकु}^{२}}}{\text{त्रिज्या}}.$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

शंक्वोस्तयोर्दृग्गुणयोस्तयोर्वा
त्रिज्याचतुर्थांशविभक्तयोः स्यात् ॥ ६ ॥
यद्वर्गविश्लेषपदं द्विधैवं
विलंबनं तत् घटिकादिकं वा ।

वित्रिभलग्नशंकु व सूर्यशंकु यांस पृथक् त्रिज्येच्या चतुर्थांशानें भागून वर्गांतराचें मूळ काढिलें असतां घटिकादि लंबन येतें.

अथवा वित्रिभलग्नाची दृग्ज्या व सूर्याची दृग्ज्या यांस पृथक् त्रिज्येच्या चतुर्थांशानें भागून वर्गांतराचें मूळ काढिलें असतां घटिकादिलंबन येतें.

उपपत्ति.

मागील श्लोकाच्या उपपत्तीमध्यें

$$\text{स्पष्टलंबन} = \frac{४}{\text{त्रिज्या}} \sqrt{\text{दृग्ज्या}^{२} \backsim \text{दृग्ज्या}_{१}^{२}}$$

$$\text{आणि स्प. लं.} = \frac{४}{\text{त्रि}} \sqrt{\text{शंकु}^{२} \backsim \text{शंकु}_{१}^{२}}$$

अशीं दोन समीकरणें आहेत यांवरून

$$\text{स्पष्टलंबन} = \sqrt{\frac{(\text{दृ} \backsim \text{दृ}'^{२})\,\text{१६}}{\text{त्रि}^{२}}}$$

$$\therefore \text{स्प. लं.} = \sqrt{\left(\frac{\text{दृ}}{\frac{\text{त्रि}}{\text{४}}}\right)^{२} \backsim \left(\frac{\text{दृ}}{\frac{\text{त्रि}}{\text{४}}}\right)}$$

तसेंच दुसऱ्यावरून

$$\text{स्प. लं.} = \sqrt{\left(\frac{\text{शं}}{\frac{\text{त्रि}}{\text{४}}}\right)^{२} \backsim \left(\frac{\text{शं}'}{\frac{\text{त्रि}}{\text{४}}}\right)^{२}}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

तत्संस्कृतः पर्वविराम एवं
स्फुटोऽसकृत् स ग्रहमध्यकालः ॥ ७ ॥

याप्रमाणें दर्शांतकालीं जें लंबन असेल, तें वित्रिभलग्नाहून सूर्य कमी असल्यास दर्शांतघटिकेमध्यें मिळवावें. व वित्रिभ-लग्नाहून सूर्य जास्त असल्यास दर्शांतघटिकेंतून लंबन वजा करावें. याप्रमाणें जो लंबनसंस्कृततिथ्यंत होईल त्या कालचें पुनः लग्न व वित्रिभलग्न करून पूर्वोक्त क्रिया करावी. तसेंच अंतर नाहींसें होईपर्यंत पुनः पुनः क्रिया करावी. असा संस्कृत झालेला जो दर्शांत तो ग्रहणमध्यकाल होतो.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

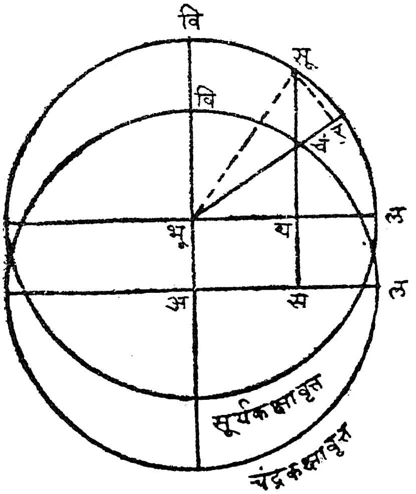
त्रिभोनलग्नस्य नरास्त्रिभूघ्नो
दंतैर्विभक्तः परसंज्ञकः स्यात् ।

लग्नार्कयोरंतरकोटिदोर्ज्ये
विधाय दोर्ज्यापरयोर्वियोगात् ॥ ८॥

स्वघ्नाद्युतात् कोटिगुणस्य कृत्या
मूलं श्रुतिः कोटिगुणात् परघ्नात् ।
श्रुत्या हृता लंबधनुः कलाया-
स्तेवासवो लंबनजाः सकृत् स्युः ॥ ९ ॥

त्रिभोनलग्नाच्या शंकूस १३ नीं गुणून ३२ नीं भागिलें असतां जें फल येईल त्यास पर अशी संज्ञा द्यावी. नंतर लग्न व सूर्य यांच्या अंतरापासून भुजज्या व कोटिज्या आणाव्या. पुढें भुजज्या व परसंज्ञक यांच्या अंतराच्या वर्गामध्यें कोटिज्येचा वर्ग मिळवून मूळ काढिलें असतां कर्ण होतो. त्या कर्णानें कोटिज्या व पर यांच्या गुणाकारास भागिलें असतां जें फल येईल त्याच्या चापामध्यें जितक्या कला असतील तितके लंबनासु सकृत् होतात येथें सकृत् ह्मटल्यामुळें मागीलप्रमाणें पुनः पुनः क्रिया करावयास नको.

लंबनभांगि.



त्रिज्यातुल्य वित्रिभलग्न शंकु : परमलंबनज्या : : इष्टवित्रिभशंकु.

या त्रैराशिकावरून इष्टवित्रिभशंकुत्रिज्यासंबंधानें जी परमलंबनज्या येईल तिला पर असें नांव दिलें. ह्मणून

या त्रैराशिकानें दृङ्मंडलगत जें परमलंबन होतें, तें क्रांतिवृत्तगत परमलंबन झालें.

$$\therefore \text{क्रांतिवृ. प. लंबन} = \frac{\text{परमलंबनज्या} \times \text{शंकु}}{\text{त्रिज्या}}$$

परमलंबन दृङ्मंडलगत ४ घटिका आहे. ह्मणजे २४ अंश झाले. याची ज्या परमक्रांतिज्याइतकी आहे. तिला व त्रिज्या यास संक्षेप देऊन

$$\text{क्रां. प. लंबनज्या} = \frac{\text{वित्रिभशंकु} \times १३}{३२}$$

ही परमलंबनज्या वरील भंगीमध्यें भू अ ही दाखविली आहे व भू हें प्रेक्षक स्थान, वि हें वित्रिभलग्न आहे. सू र हें स्पष्ट लंबन काढणें आहे.

आतां च भू य, आणि चरसू हे दोन्ही त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{भू च}}{\text{भू य}} = \frac{\text{सू च}}{\text{सू र}}$$

$$\therefore \text{सू र} = \frac{\text{भू य} \times \text{सू च}}{\text{भू च}}$$

$$\therefore \text{स्पष्टलंबन} = \frac{\text{कोटि} \times \text{पर}}{\text{कर्ण}}$$

कारण सू च = भू अ आहे.

आणि कर्ण $= \sqrt{\text{भू य}^2 + \text{य च}^2}$

$\therefore$ कर्ण $= \sqrt{\text{कोटिज्या}^2 + (\text{दोर्ज्या} - \text{पर})^2}$

कारण सू य = दोर्ज्या

$\therefore$ सू य − सू च = दोर्ज्या − पर

$\therefore$ इष्टसिद्धि झाली.

वरील रीति स्थूल आहे. कारण रविचंद्रांच्या कक्षा एकाच पातळीमध्यें मानिल्या आहेत.

दृग्ज्यैव या वित्रिभलग्नशंकोः
स एव दृक्क्षेप इनस्य तावत्।
सौम्योपमे वित्रिभजेऽधिकेऽक्षात्
सौम्योऽन्यथा दक्षिण एव वेद्यः ॥ १० ॥

चापीकृतस्यास्यतु संस्कृतस्य
त्रिभोनलग्नोत्थशरेण जीवा।

वित्रिभलग्नशंकूची जी दृग्ज्या तिला दृक्क्षेप म्हणतात. तितकाच सूर्याचा दृक्क्षेप असतो. आतां वित्रिभलग्नाची क्रांति उत्तर असून अक्षांशापेक्षां अधिक असेल तर, तो रविदृक्क्षेप उत्तर समजावा; नाहीं तर दक्षिण समजावा. व त्याचें धनु करावें. नंतर वित्रिभलग्नास चंद्र कल्पून " सपात तात्कालिक चंद्रदोर्ज्या " इत्यादि कथित रीतीनें शर साधावा. त्या शरानें रविदृक्क्षेपधनु संस्कारित करावें. ह्मणजे एकदिशी बेरीज व भिन्नदिशी अंतर करावें. त्याची जी भुजज्या होईल, तो चंद्राचा दृक्क्षेप समजावा. (कारण दृक्क्षेपमंडल हें विमंडलास ज्या ठिकाणीं लागतें, तो बिंदु व खमध्य यांच्यामधील अंशांच्या भुजज्येस चंद्रदृक्क्षेप ह्मणतात.)

दृक्क्षेप इंदोर्निजमध्यभुक्ति-
तिथ्यंशनिघ्नौ त्रिगुणोद्धृतौ तौ ॥ ११ ॥
नती रवींद्वोः समभिन्नदिक्त्वे
तदंतरैक्यं तु नतिः स्फुटात्र ।

रवि व चंद्र यांच्या दृक्क्षेपांस त्यांच्याच मध्यम गतीच्या १५ व्या हिश्शानें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां रवि व चंद्र यांच्या नति येतात. त्या नति एकदिशेच्या असल्यास नतींचें अंतर करावें, व भिन्न दिशेच्या असल्यास बेरीज करावी ह्मणजे स्पष्ट नति होते.

उपपत्ति.

$$\frac{\text{त्रिज्यातुल्य}}{\text{दृक्क्षेप}} : \frac{\text{गतिपंचदशांश}}{\text{तुल्य परमनति}} :: \text{इष्टदृक्क्षेप}.$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{इष्टनति} = \frac{\text{गतिपंचदशांश} \times \text{इष्टदृक्क्षेप}}{\text{त्रिज्या}}$$

त्या नतींचा एकदिशि अंतर व भिन्नदिशि योग केला असतां रवि व चंद्र यांचें अंतर समजतें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

दृक्क्षेप इंदोर्द्विगुणो विभक्तः
क्विद्भैः स्फुटैवावनतिर्भवेद्वा ॥ १२ ॥
लघुज्यकोत्थो द्विगुणोऽक्षभक्तः
षष्ट्यंशयुक्तोऽवनतिः स्फुटा वा ।

चंद्रदृक्क्षेपाच्या दुपटीस १४१ नीं भागिलें असतां स्पष्ट नति होते. अथवा जर चंद्रदृक्क्षेप लघुज्येनें आणिला असेल

तर, तो दुप्पट करून ५ नीं भागावें, जें फल येईल त्यामध्यें त्या फलाचा ६० वा हिस्सा मिळविला असतां स्पष्ट नति होते.

उपपत्ति.

$$\text{चंद्रनति} = \frac{\text{चंद्रदृक्क्षेप} \times \frac{\text{चंद्रगति}}{१५}}{\text{त्रिज्या}}$$

$$\text{सूर्यनति} = \frac{\text{सूर्यदृक्क्षेप} \times \frac{\text{सूर्यगति}}{१५}}{\text{त्रिज्या}}$$

हीं दोन समीकरणें मागील श्लोकावरून तयार होतात.

आतां स्वल्पांतरामुळें चंद्रदृक्क्षेपाबरोबरच सूर्यदृक्क्षेप मानून

$$\text{चंद्रनति} - \text{सूर्यनति} = \frac{\text{चं. दृ.} \times \frac{\text{चं. ग.}}{१५}}{\text{त्रि.}}$$

$$- \frac{\text{चं. दृ.} \times \frac{\text{सू. ग.}}{१५}}{\text{त्रि.}}$$

$$\therefore \text{स्पष्टनति} = \frac{\text{चं. दृ.} \left(\frac{\text{चं. ग.}}{१५} - \frac{\text{सू. ग.}}{१५} \right)}{\text{त्रि.}}$$

यांत चंद्रगति व सूर्यगति यांचें मध्यम अंतर सुमारें ७३० ठेवून व त्रिज्या ३४३८ धरून

$$\text{स्प. न.} = \frac{\text{चं. दृ.}\left(\frac{७३०}{१५}\right)}{३४३८}$$

$$= \frac{२\ \text{चंद्रदृक्क्षेप}}{१४८}$$

तसेंच त्रिज्या १२० धरून

$$\text{स्प. न.} = \frac{\text{चं. दृ.}\left(\frac{७३०}{१५}\right)}{१२०}$$

$$\therefore \text{स्प. न.} = \frac{\text{चं. दृ.} \times ७३०}{१५ \times १२०}$$

$$= \frac{\text{चं. दृ.} \times १२२}{३००}\ \text{सुमारें}$$

$$= \frac{\text{चं. दृ.}\,(१२० + २)}{५ \times ६०}$$

$$= \frac{१२०\,\text{चं.}}{५ \times ६०} + \frac{२\ \text{चं.}}{५ \times ६०}$$

$$= \frac{२\ \text{चं.}}{५} + \frac{२\ \text{चं.}}{५ \times ६०}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

त्रिभोनलग्नस्य दिनार्धजाते
नतोन्नतज्ये यदि वा सुखार्थम् ॥ १३ ॥
दृक्क्षेपशंकू परिकल्प्य साध्यं
स्वल्पांतरं लंबनकं नतिश्च ।

दिनार्धकालीं त्रिभोनलग्नाची जी नतांशज्या असेल, तिला दृक्क्षेप व दिनार्धकालीं त्रिभोनलग्नाची जी उन्नतांशज्या असेल तिला शंकु समजून लंबन व नति साधिल्या असतां स्वल्पांतरानें बरोबर येतात.

कारण वित्रिभलग्नशंकूच्या बरोबर सुमारें दिनार्धशंकु असतो; व वित्रिभलग्नाच्या दृग्ज्येच्या बरोबर सुमारें दृक्क्षेप असतो.

स्पष्टोऽत्र बाणो नतिसंस्कृतोऽस्मात्
प्राग्वत् प्रसाध्ये स्थितिमर्दखंडे ॥ १४ ॥

सूर्यग्रहणामध्यें जो शर येतो, तो नतीनें संस्कृत केला असतां स्पष्टशर होईल. या स्पष्टशरापासून " मानार्धयोगांतरयोः कृतिभ्यां " इत्यादि चंद्रग्रहणाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें स्थितिखंड व मर्दखंड हीं साधावीं.

याची उपपत्ति गोलाध्यायामध्यें दिली आहे.

तिथ्यंतात् गणितागतात् स्थितिदलेनोनाधिकाल्लंबनं
तत्कालोत्थनतीषुसंस्कृतिभवस्थित्यर्धहीनाधिके ।
दर्शांते गणितागते धनमृणं वा तद्विधायाऽसकृत्
ज्ञेयौ प्रग्रहमोक्षसंज्ञसमयावेवं क्रमात् प्रस्फुटौ ॥ १५ ॥

तन्मध्यकालांतरयोः समाने
स्पष्टे भवेतां स्थितिखंडके च ।
दर्शांततो मर्ददलोनयुक्तात्
संमीलनोन्मीलनकाल एवम् ॥ १६ ॥

सकृत् प्रकारेण विलंबनं चेत्
सकृत् स्फुटौ प्रग्रहमोक्षकालौ ।
किंत्वत्र बाणावनती पुनश्च
तात्कालिकाभ्यां विधुवित्रिभाभ्याम् ॥ १७ ॥

प्रथमतः गणितानें जो तिथ्यंत येईल, तो स्थितिखंडानें ऊन व युक्त करून त्यापासून पुनः लंबन साधावें. म्हणजे स्पर्शकालीं स्थितिखंड हें तिथ्यंतांतून वजा करावें, व मोक्षकालीं स्थितिखंड तिथ्यंतामध्यें मिळवावें. आणि त्या कालचें लंबन पृथक् साधावें. नंतर तें स्पर्शकाल व मोक्षकाल यांमध्यें यथासंभव धन किंवा ऋण करून त्या कालचे पुनः नतिसंस्कृतशर साधून त्यापासून स्थित्यर्ध आणावें. तें स्थित्यर्ध दर्शांतामध्यें धन ण करून पुनः लंबन साधून पूर्वोक्त क्रिया करावी. याप्रमाणें अतर नाहींसें होईपर्यंत क्रिया केली असतां स्पर्शकाल व मोक्षकाल हे स्पष्ट होतात. तसेंच स्पर्शकाल व मोक्षकाल यांपासून दर्शांतापर्यंत असणारीं समान स्थितिखंडें तींही स्पष्ट होतात. तसेंच मर्दखंडानें ऊन व युक्त दर्शांत करून त्या कालचें लंबन साधून पूर्वोक्त क्रिया वारंवार केली असतां संमीलनकाल व उन्मीलनकाल हे स्पष्ट होतात. येथें सकृत् प्रकारानें लंबन साधिलें असतां एकदम स्पर्शकाल व मोक्षकाल तसेंच संमीलन व उन्मीलन यांचे काल स्पष्ट होतात. वारंवार क्रिया करावी लागत नाहीं. फक्त तात्कालिक चंद्र व वित्रिभलग्न यांपासून शर व नति ह्या पुनः साधन केल्या पाहिजेत. कारण परिलेखाकरितां प्राथमिकशर स्थूल होतो तो स्पष्टकालचा पाहिजे.

वरील श्लोकांची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

शेषं शशांकग्रहणोक्तमत्र
स्फुटेषुजेन स्थितिखंडकेन ।
हतोऽथ तेनैव हृतः स्फुटेन
बाहुः स्फुटः स्याद् ग्रहणेऽत्र भानोः ॥ १८ ॥
ग्रासाच्च कालानयने फलं यत्
स्फुटेन निघ्नं स्थितिखंडकेन ।

स्फुटेषुजेनासकृदुद्धृतं तत्
स्थित्यर्धशुद्धं भवतीष्टकालः ॥ १९ ॥

बाकी सर्व गणित चंद्रग्रहणामध्यें सांगितल्याप्रमाणें समजावें. फक्त खालीं दिलेला विशेष समजावा. चंद्रग्रहणामध्यें जो भुज येतो त्यास स्पष्टशरोत्पन्न स्थित्यर्धानें गुणून स्फुटस्थित्यर्धानें भागिलें असतां स्पष्टभुज होतो. तसेंच ग्रासावरून काल आणीत असतां जें फल येईल तें स्फुटस्थित्यर्धानें गुणून स्पष्टशरोत्पन्न स्थित्यर्धानें भागून असकृत् क्रियेनें जें फल येईल, तें स्थित्यर्धांतून वजा केलें असतां इष्टकाल होतो.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे. केवल त्रैराशिकावरून समजतें.

याप्रमाणें सूर्यग्रहणाधिकाराचें सोपपत्तिकभाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

ग्रहच्छायाधिकार.

विक्षेपलिप्ताः क्षितिजादिकानां
खेशा द्विबाणेंदुमिता रसाश्वाः ।
षड्त्रींदवः खाग्निभुवः सितज्ञ-
पातौ स्फुटौ स्तश्चलकेंद्रयुक्तौ ॥ १ ॥

मंगल, बुध, गुरु, शुक्र व शनि यांचे परमशर क्रमानें ११०।१५२।७६।१३६।१३० असे कलात्मक आहेत. बुध व शुक्र यांचे गणितागत जे पात असतील, त्यामध्यें स्वकीय स्वकीय शीघ्रकेंद्र मिळविलें असतां बुध व शुक्र यांचे पात स्पष्ट होतात.

उपपत्ति.

क्रांतिवृत्त व ग्रह ज्या वृत्तामध्यें फिरतात यांच्यामधील कोन अथवा ग्रह स्वपातापासून तीन राशीवर असतां त्याचें क्रांति-वृत्तापर्यंत जें अंतर असतें त्यास परमशर ह्मणतात. ते वेधानें श्लोकांत दिल्याप्रमाणें येतात. आतां बुध व शुक्र यांच्या पातामध्यें शीघ्रकेंद्र मिळविण्याचें कारण एवढेंच आहे, कीं येथें भगणा-ध्यायामध्यें जे बुधशुक्रांचे भगण सांगितलें आहेत, ते वास्तव-भगणापेक्षां शीघ्रकेंद्रभगणांनीं कमी इतके सांगितले. ह्मणून ते येथें खरे आणण्याकरितां मिळविण्यास सांगितलें.

∴ इष्टसिद्धि झाली.

मंदस्फुटात् खेचरतः स्वपात -
युक्तात् भुजज्या पठितेषुनिघ्नी ।
स्वशीघ्रकर्णेन हृता शरः स्यात्
सपातमंदस्फुटगोलदिक्कः ॥ २ ॥

स्वकीयपातानें युक्त अशा मंदस्पष्ट ग्रहाच्या भुजज्येस परमशरानें गुणून शीघ्रकर्णानें भागिलें असतां इष्टशर होतो. तो पातयुक्त मंदस्फुट ग्रहाच्या गोलदिशेचा समजावा; ह्मणजे मंदस्पष्ट ग्रह पातयुक्त असा सहा राशींच्या आंत असल्यास उत्तरशर समजावा, व सहा राशींपेक्षां जास्त असल्यास दक्षिणशर समजावा.

उपपत्ति.

पातस्थानीं ग्रह असतां शर शून्य असतो व तीन राशींवर परमशर असतो. मध्यंतरीं त्रैराशिकानें भुजज्येवरून काढिला पाहिजे.

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परमशर}} = \frac{\text{दोर्ज्या}}{\text{इष्टशर}}$$

$$\therefore \text{ इष्टशर} = \frac{\text{परमशर} \times \text{दोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

शीघ्रकर्ण : इष्टशर : : त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्पष्टशर} = \frac{\text{इष्टशर} \times \text{त्रिज्या}}{\text{शीघ्रकर्ण}}$$

यांत इष्टशराची वरील किंमत ठेऊन

$$\text{स्पष्टशर} = \frac{\text{परमशर} \times \text{त्रिज्या} \times \text{दोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या} \times \text{शीघ्रकर्ण}}$$

$$\therefore \text{ स्पष्टशर} = \frac{\text{परमशर} \times \text{दोर्ज्या}}{\text{शीघ्रकर्ण}}$$

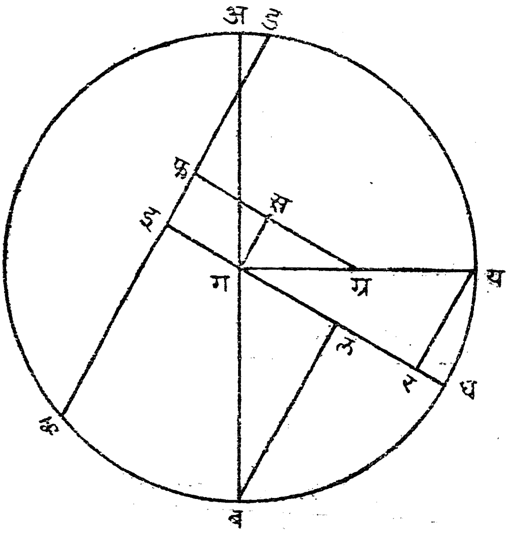
ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

त्रिज्यावर्गादयनवलनज्याकृतिं प्रोह्य मूलं
यष्टिर्यष्ट्या द्युचरविशिखस्ताडितस्त्रिज्ययाप्तः ।
यद्वा राशित्रययुतखगद्युज्यकाघ्नस्त्रिमौर्व्या
भक्तः स्पष्टो भवति नियतं क्रांतिसंस्कारयोग्यः ॥ २ ॥

त्रिज्येच्या वर्गांतून आयनवलनज्येचा वर्ग वजा करून शेषाचे वर्गमूळास यष्टि असें ह्मणतात. त्या यष्टीनें ग्रहाच्या शरास गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां क्रांतिसंस्कारयोग्य असा स्पष्ट शर होतो.

अथवा ग्रहामध्यें तीन राशि मिळवून त्याच्या द्युज्येनें शरास गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां क्रांतिसंस्कारयोग्य असा स्पष्ट-शर होतो.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें अ ब हें क्रांतिवृत्त, क ड विषुववृत्त, ग हें क्रांतिवृत्तस्थ ग्रहस्थान, ग्र ह्या ठिकाणीं ग्रह; ग मध्य धरून तीन राशींच्या त्रिज्येनें क ब ध य हें वृत्त काढिलें, गय ही रेषा कदंबांतून जाणारी, ग ध ही ध्रुवांतून जाणारी आहे ह्मणून य र ही

आयनवलनज्या, ग इ ही क्रांति, ग्र ग हा ग्रहाचा शर, ग्र फ ही शरसंस्कृतस्फुटक्रांति आणि स ग्र हा क्रांतिसंस्कारयोग्य स्पष्टशर आहे.

आतां ग्र स ग्र आणि य र ग ह दोन त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{स ग्र}}{\text{ग ग्र}} = \frac{\text{ग र}}{\text{ग य}}$$

यांत $\text{ग र} = \sqrt{\text{गय}^2 - \text{यर}^2}$

ही किंमत ठेवून व ह्या किंमतीस यष्टि असें नांव देऊन,

$$\therefore \text{स ग्र} = \frac{\text{ग ग्र} \sqrt{\text{ग य}^2 - \text{यर}^2}}{\text{ग य}}$$

$$\text{यष्टि} = \sqrt{\text{त्रिज्या}^2 - \text{आयनवलनज्या}^2}$$

$$\therefore \text{क्रांतिसंस्कारयोग्य स्पष्टशर} = \frac{\text{श र} \times \text{यष्टि}}{\text{त्रिज्या}}$$

आतां स ग ग्र आणि ग ब ल हे दोन्ही त्रिकोण सरूप आहेत

$$\therefore \frac{\text{स ग्र}}{\text{ग ग्र}} = \frac{\text{ब ल}}{\text{ग ब}}$$

येथें ब हें तीन राशींनें युक्त ग्रहाचें स्थान आहे व त्याची द्युज्या ब ल ही आहे.

$$\therefore \text{क्रांतिसंस्कारयोग्य स्पष्टशर} = \frac{\text{शर} \times \text{द्युज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

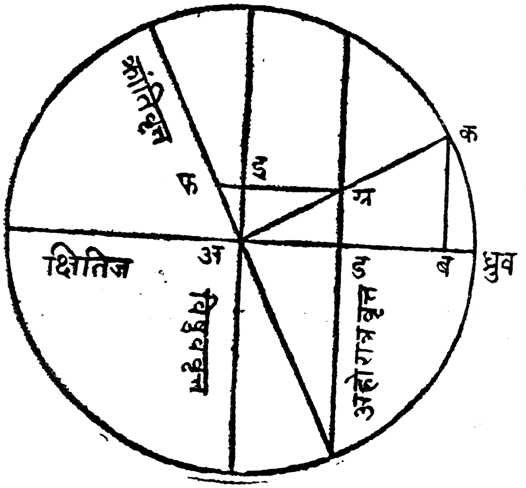
ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

आयनं वलनमस्फुटेषुणा
संगुणं द्युगुणभाजितं हृतम् ।
पूर्णपूर्णधृतिभिर्ग्रहाश्रित-
व्यक्षभोदयहृदायनाः कलाः ॥ ४ ॥

अस्फुटेषुवलनाहतिस्तु वा
याब्धिहृत् फलकला स्युऽरायनाः ।
ता ग्रहेऽयनपृषत्कयोः क्रमात्
एकभिन्नककुभोर्ऋणं धनम् ॥ ५ ॥

ग्रहाच्या आयनवलनास त्याच्या अस्फुटशरानें गुणून द्युज्येनें भागावें. जें फल येईल त्यास १८०० नीं गुणून आलेल्या गुणाकारास ग्रहराशीच्या निरक्षोदयानें भागिलें असतां आयन-दृक्कर्मकला येतात. अथवा आयनवलनास अस्फुटशरानें गुणून यष्टीनें भागिलें असतां स्वल्पांतरानें आयनदृक्कर्मकला येतात. त्या आयनदृक्कर्मकलांचा संस्कार ग्रहास केला असतां कृतायन-दृक्कर्म ग्रह होतो. ह्मणजे ग्रहाच्या अयनाची दिशा व शराची दिशा एकच असल्यास ऋण संस्कार समजावा; व भिन्न दिशा असल्यास धन संस्कार समजावा.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें अ हें क्रांतिवृत्तांतील ग्रहाचें स्थान असून तो मध्यबिंदु कल्पून त्रिज्याकर्णानें कध्रु हें वर्तुळ काढिलें आहे. ग्र हें ग्रहस्थान समजा. आतां क्रांतिवृत्तांतील ग्रहस्थान ज्या वेळीं क्षितिजाला लागतें त्या वेळीं मुख्य ग्रहस्थान कांहीं क्षितिजास लागत नाहीं. तें ग्रहस्थान क्षितिजास लागण्याचे वेळीं क्रांतिवृत्तांतील फ हा बिंदु क्षितिजास लागलेला असतो. ह्मणून अ फ ह्या आयनदृक्कर्मकला आहे. त्या काढण्याचा यत्न करूं.

अ ब क आणि अ ड ग्र हे दोन त्रिकोण सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{अ क}}{\text{ब क}} = \frac{\text{अ ग्र}}{\text{ग्र ड}}$$

$$\therefore \text{ग्र ड} = \frac{\text{ब क} \times \text{अ ग्र}}{\text{अ क}}$$

$$\therefore \text{ग्र ड} = \frac{\text{आयनवलनज्या} \times \text{अस्फुटशर}}{\text{त्रिज्या}}$$

हें अहोरात्रवृत्तावर आलें यास विषुववृत्तावर नेण्याकरितां

द्युज्या : ग्रड :: त्रिज्या

या त्रैराशिकावरून

$$\text{अ इ} = \frac{\text{आयनवलन} \times \text{अस्फुटशर}}{\text{द्युज्या}}$$

यास क्रांतिवृत्तावर नेण्याकरितां

निरक्षोदय : १८०० कला :: अ इ

या त्रैराशिकावरून

अ फ आयनदृक्कर्मकला =

$$\frac{१८०० \times \text{आयनवलन} \times \text{अस्फुटशर}}{\text{निरक्षोदय} \times \text{द्युज्या}}$$

अथवा अ ब क आणि अ ग्र फ हे दोन त्रिकोण असून सरूप आहेत.

$$\therefore \frac{\text{अ ब}}{\text{ब क}} = \frac{\text{अ ग्र}}{\text{अ फ}}$$

$$\therefore \text{अ फ} = \frac{\text{ब क} \times \text{अ ग्र}}{\text{अ ब}}$$

$$\therefore \text{आयनकला} = \frac{\text{आयनवलनज्या} \times \text{अस्फुटशर}}{\text{यष्टि}}$$

या आयनकलांचा संस्कार ग्रहास केला असतां फ स्थानचा कृतायनदृक्कर्मक ग्रह होतो.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्फुटास्फुटक्रांतिजयोश्चरार्धयोः
समान्यदिक्त्वेंतरयोगजासवः।
पलोद्भवाख्या भनभः सदा शरे
महत्यथाल्पे यदि वान्यथा स्युः ॥ ६॥

स्पष्टेषु रक्षवलनेन हतो विभक्तो
लंबज्यया रविहृतोऽक्षभया हतो वा।
लब्धं हतं त्रिभगुणेन हृतं द्युमौर्व्या
स्युर्वासवः पलभवा अथ तैः शरे तु ॥ ७॥

याम्योत्तरे क्रमविलोमविधानलग्नं
खेटात् कृतायनफलादुदयाख्यलग्नम्।
सौम्ये क्रमेण विपरीतमिषौ तु याम्ये
भार्धाधिकात् खचरतोऽस्तविलग्नमेवम् ॥ ८॥

ग्रहाच्या स्फुटक्रांतीपासून व अस्फुटक्रांतीपासून पृथक् चरें साधावीं. त्या दोन्ही क्रांति एकाच दिशेच्या असतील तर आणिलेल्या चरांचें अंतर करावें; आणि भिन्न दिशेच्या असल्यास बेरीज करावी ह्मणजे आक्षजदृक्कर्मकलासु येतील. ही रीति ग्रहादिकांचा शर मोठा असतां समजावी. अल्पशर असतां खालीं दिलेली रीति घ्यावी. स्पष्टशरास आक्षवलनानें गुणून लंबज्येनें भागावें. जें लब्ध येईल त्यास त्रिज्येनें गुणून

द्युज्येनें भागिलें असतां आक्षजदृक्कर्मकलासु येतील अथवा स्पष्टशरास १२ नीं गुणून पलभेनें भागावें. आलेल्या लब्धास त्रिज्येनें गुणून द्युज्येनें भागिलें असता आक्षजदृक्कर्मकलासु येतात. आतां ग्रहादिकांचा शर दक्षिण असल्यास कृतायनदृक्कर्मक ग्रहास सूर्य मानून आक्षजदृक्कर्मासु इष्टकाल घेऊन त्यांपासून सांगितल्याप्रमाणें क्रमलग्न साधिलें असतां ग्रहाचें उदयलग्न म्हणजे ग्रह क्षितिजावर आल्याबरोबर क्रांतिवृत्तांतील जें स्थळ उदित होईल तें होतें. उत्तर शर असल्यास विलोमलग्न साधिलें असतां उदयलग्न होतें. आतां कृतायनदृक्कर्मकग्रहास सहा राशि मिळवून त्यास सूर्य मानून आक्षजदृक्कर्मासु हा इष्टकाल धरून त्यापासून ग्रहाचा उत्तरशर असल्यास क्रमलग्न साधिलें असतां अस्तलग्न होतें ह्मणजे ग्रह अस्तास गेल्याबरोबर क्रांतिवृत्तांतील कोणतें स्थळ पूर्वेस उदित हात तें निघतें. आणि शर दक्षिण असल्यास विलोमलग्न साधिलें असतां अस्तलग्न होतें.

उपपत्ति.

गोलाध्यायांतील उदयास्तवासनाप्रकरणाचे श्लोक ५।६। यांची उपपत्ति दिली आहे त्यांतील

$$\text{आक्षदृक्कर्म} = \frac{\text{अक्षज्या} \times \text{स्फुटशर} \times \text{त्रिज्या}}{\text{लंबज्या} \times \text{द्युज्या}}$$

या समीकरणांवरून व यांत

$$\frac{\text{अक्षज्या}}{\text{लंबज्या}} = \frac{१२}{\text{पलभा}}$$

ही किंमत ठेऊन

$$\text{आक्षदृक्कर्म} = \frac{१२ \text{ स्फुटशर} \times \text{त्रि.}}{\text{पलभा} \times \text{द्युज्या}}$$

यावरून इष्टसिद्धि झाली.

निजनिजोदयलग्नसमुद्गमे
समुदयोपि भवेत् भनभःसदां ।
भवति चास्तविलग्नसमुद्गमे
प्रतिदिनेस्तमयः प्रवहभ्रमात् ॥ ९ ॥

प्रवहवायूच्या भ्रमणामुळें प्रतिदिवशीं ग्रह व नक्षत्रें यांचा उदय आपआपल्या उदयलग्नाबरोबर होतो. ह्मणजे ज्या ग्रहाचें उदयलग्न ज्या वेळीं उदित होईल, त्याच वेळीं त्या ग्रहाचा उदय होतो, व अस्तलग्नाचा उदय झाल्याबरोबर त्या ग्रहाचा अस्त होतो.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

निशीष्टलग्नादुदयास्तलग्ने
न्यूनाधिके यस्य खगः स दृश्यः ।
दिनेपि चंद्रो रविसंनिधाना-
न्नास्तं गतश्चेत् सति दर्शने भा ॥ १० ॥

रात्रीं ज्या ग्रहाचें उदयलग्न इष्टकालच्या लग्नापेक्षां कमी असून अस्तलग्न अधिक असेल तो ग्रह त्या इष्टकालीं आकाशांत दृश्य होईल म्हणजे दृष्टीस पडेल. याच्या विपरीत असल्यास दृष्टीस पडणार नाहीं. सूर्याच्या सांनिध्येकरून चंद्राचा अस्त नसल्यास दिवसाही चंद्र दृष्टीस पडतो. ग्रह दृश्य असल्यास त्याची छाया साधावी. दृश्य नसल्यास छायासाधन निरर्थक होते.

ज्ञातुं यदा भाभिमता ग्रहस्य
तत्कालखेटोदयलग्नलग्ने ।
साध्ये तयोरंतरनाडिका या-
स्ताः सावनाः स्युर्द्युगता ग्रहस्य ॥ ११ ॥
ता एव खेटद्युतिसाधनार्थं
क्षेत्रात्मकत्वात् सुधिया नियोज्याः ।

ऊनस्य भोग्योऽधिकभुक्तयुक्तो
मध्योदयाढ्योंतरकाल एवम् ॥ १२ ॥

ज्या वेळीं ज्या ग्रहाची छाया गणितानें काढावयाची असेल त्या वेळचा तो स्पष्ट ग्रह करून त्याचें उदयलग्न साधावें; व इष्टलग्न तयार करावें. नंतर उदयलग्न व इष्टलग्न यांच्यामधील अंतरघटिका साधाव्या.त्या अशा—उदयलग्न व इष्टलग्न यामध्यें जें कमी असेल त्यापासून भोग्यकाल साधावा आणि जें अधिक असेल त्यापासून भुक्तकाल आणावा. पुढें भोग्यकाल व भुक्तकाल यांच्या बेरजेमध्यें मध्योदय मिळविले असतां अंतरघटिका येतात. त्या ग्रहाच्या दिनगतसावनघटिका समजाव्या. व क्षेत्रात्मक असल्यामुळें त्याच सावनघटिका ग्रहाची छाया साधन करण्याकरितां घ्याव्या.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

स्पष्टा क्रांतिः स्फुटशरयुतोनैकभिन्नाशभावे
तज्ज्या स्पष्टोऽपमगुण इतो द्युज्यकाद्यं ग्रहस्य ।
कृत्वा साध्या तदुदितघटीभिः प्रभा भानुभाव-
च्चंद्रादीनां नलकसुषिरे दर्शनायापि भानाम् ॥ १३ ॥

ग्रहाची क्रांति व स्फुटशर हे दोन्ही एका दिशेचे असल्यास त्या दोघांची बेरीज केली असतां स्फुटक्रांति येते; आणि भिन्न दिशेचे असल्यास दोघांचें अंतर केलें असतां स्फुटक्रांति होते. त्या स्फुटक्रांतीची भुजज्या आणिली असतां स्फुटक्रांतिज्या होते. हिच्यापासून त्रिप्रश्नाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें ग्रहाची द्युज्या, कुज्या, चरज्या इत्यादिकांचें साधन करून त्यांपासून ग्रहाच्या उदितसावनघटिकांवरून सूर्याच्या छायेप्रमाणें चंद्रादिकांची व नक्षत्रांची छाया साधावी. जरी नक्षत्रांची छाया दिसत नाहीं, तथापि नलिकेच्या छिद्रांतून नक्षत्रें पाहण्यास उपयोगी पडेल.

याची उपपत्ति त्रिप्रश्नाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणेंच समजावी.

स्वभुक्तितिथ्यंशविवर्जितो ना
महान् लघुः खाग्निकृतांशहीनः ।

स्पष्टो भवेदस्फुटजातदृग्ज्या
संताडितार्कैः स्फुटशंकुभक्ता ॥ १४ ॥
प्रभा भवेन्ना निधिभागतोल्पो
यावद्विधुस्तावदसावदृश्यः ।
एवं किल स्यादितरग्रहाणां
स्वल्पांतरत्वान्न कृतं तदाद्यैः ॥ १५ ॥

त्रिप्रश्नाधिकारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें ३४३८ त्रिज्येच्या मानानें जो महाशंकु येतो, त्यांतून ग्रहगतीचा पंधरावा हिस्सा वजा केला असतां स्फुटमहाशंकु होतो. जर १२० त्रिज्येच्या मानानें महाशंकु आणिला असेल, तर त्यांतून ग्रहगतीचा ४३० वा हिस्सा वजा केला असतां स्फुटमहाशंकु होतो. आतां अस्फुट शंकूपासून जी दृग्ज्या येईल, तिला १२ नीं गुणून स्फुटशंकूनें भागिलें असतां ग्रहाची छाया होते. ज्या वेळीं महाशंकु स्वकीय गतीच्या पंचदशांशापेक्षां कमी असेल त्या वेळीं चंद्र कांहीं दृश्य नसतो. याचप्रमाणें अन्यग्रहाविषयीं समजावें. हा शंकूसंबंधीं संस्कार स्वल्पांतर असल्यामुळें पूर्वाचार्यांनीं आपआपल्या ग्रंथांत कांहीं दिला नाहीं.

उपपत्ति.

येथें शंकुशब्दानें दृङ्मंडलांतील उन्नतांशांची भुजज्या घेतली आहे. तेव्हां भूपृष्ठावरून पाहणारास ग्रहगतीच्या १५ व्या हिश्शाइतक्या कला त्या शंकूच्या संबंधाच्या दिसत नाहींत, असें गोलाध्यायामध्यें " कुपृष्ठगानां कुदलेन हीनमित्यादि " श्लोकामध्यें सोपपत्तिक दाखविलें आहे.

$$\therefore ३४३८ : \frac{\text{गति}}{१५} :: १२०$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{शंकुसंस्कार} = \frac{\text{गति} \times १२०}{१५ \times ३४३८} = \frac{\text{गति}}{४३०}$$

∴ इष्टसिद्धि झाली.

तसेंच $\frac{\text{दृग्ज्या}}{\text{स्फुटशंकु}} = \frac{\text{छाया}}{१२}$

$\therefore$ छाया $= \frac{१२ \times \text{दृग्ज्या}}{\text{स्फुटशंकु}}$

$\therefore$ इष्टसिद्धि झाली.

स्वल्पांतरत्वाद्बहूपयोगात्
प्रसिद्धभावाच्च बहुप्रयासात् ।
ग्रंथस्य तज्ज्ञैर्गुरुताभयेन
यस्त्यज्यतेऽर्थो न स दूषणाय ॥ १६ ॥

पूर्वाचार्यांनीं स्वल्प संस्कार सोडून दिला ह्मणून तो त्यांचा दोष आहे असें मात्र समजूं नये. कारण स्वल्पांतर, अल्पोपयोगी, प्रसिद्ध, फार प्रयासाची, ग्रंथ वाढविणारी, अशी एखादी गोष्ट असल्यास ती ग्रंथकर्त्यांनें सोडिली असतां दोषाकारणें होत नाहीं असा सर्वसंमत सिद्धांत आहे.

याप्रमाणें ग्रहच्छायाधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु ॥

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

उदयास्ताधिकार.

प्राग्दृग्ग्रहः स्यादुदयाख्यलग्न-
मस्ताख्यकं पश्चिमदृग्ग्रहः सः ।
प्राग्दृग्ग्रहोऽल्पोऽत्र यदीष्टलग्ना-
द्गतो गमिष्यत्युदयं बहुश्चेत् ॥ १ ॥

ऊनोऽधिकः पश्चिमदृग्ग्रहश्चे-
दस्तं गतो यास्यति चेति वेद्यम् ।

ज्या दिवशीं इष्टकालीं ग्रहाचा उदय किंवा अस्त अवलोकन करावयाचा असेल, त्या दिवशीं तात्कालिक स्पष्ट ग्रह करून त्याचें उदयलग्न व अस्तलग्न हीं दोन्ही साधून इष्टकालचें लग्न तयार करावें. यांतील उदयलग्नास प्राग्दृग्ग्रह व अस्तलग्नास पश्चिमदृग्ग्रह असें ह्मणतात. जर प्राग्दृग्ग्रह इष्टलग्नाहून कमी असेल तर ग्रह उदित झाला असें समजावें. आणि अधिक असेल तर उदय होणार आहे असें समजावें. तसेंच पश्चिमदृग्ग्रह इष्टलग्नाहून कमी असल्यास ग्रहाचा अस्त झाला आहे व अधिक असल्यास अस्त होणार आहे असें समजावें.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

तदंतरोत्था घटिका गतैष्या-
स्तच्चालितः स्यात् स निजोदयेऽस्ते ॥ २ ॥

तल्लग्नयोरंतरतोऽसकृत् याः
कालात्मिकास्ता घटिकाः स्युरार्क्ष्यः ।

अभीष्टकालद्युचरोदयांत-
र्यद्वेष्टकालद्युचरास्तमध्ये ॥ ३ ॥

मागील ग्रहछायाधिकार श्लोक १२मध्यें सांगितल्याप्रमाणें इष्टलग्न व दृग्ग्रह यांच्यामधील गत किंवा एष्य घटिका आणून त्या घटिकांचें चालन ग्रहास दिलें असतां स्वकीय उदयकालचा किंवा अस्तकालचा तो दृग्ग्रह होईल. नंतर तो दृग्ग्रह व इष्टलग्न यांच्यामधील घटिका वारंवार साधून आणिल्या असतां कालात्मक नाक्षत्र घटिका होतील. त्या इष्टकाल व ग्रहोदयकाल यांच्यामधील किंवा इष्टकाल व ग्रहाचा अस्त यांच्यामधील घटिका येतील.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

निरुक्तौ ग्रहस्येति नित्योदयास्तौ
विनासन्नभावेन यौ तौ च वक्ष्ये ।
रवेरूनभुक्तिर्ग्रहः प्रागुदेति
प्रतीच्यामसावस्तमेत्यन्यथान्यः ॥ ४ ॥

इतका वेळपर्यंत ग्रहांचे नित्योदय व नित्यास्त कसे आणावेत हें सांगितलें. आतां सूर्यसांनिध्यामुळें होणारे ग्रहांचे उदय व अस्त हे सांगतों. सूर्याच्या गतीपेक्षां कमी ज्याची गति आहे असा ग्रह पूर्वेस उदित होतो, व पश्चिमेस अस्तंगत होतो. ह्मणून मंगल, गुरु व शनि यांचा पूर्वोदय व पश्चिमास्त होतो. सूर्यगतीपेक्षां अधिक गतीचा ग्रह पश्चिमेस उदित होऊन पूर्वेस अस्तंगत होतो. म्हणून चंद्राचा पश्चिमोदय व पूर्वास्त होतो.

उपपत्ति

मंदगति ग्रह हा शीघ्रगति ग्रह जो सूर्य याच्या मागें राहत असल्यामुळें सूर्यकिरणांपासून मुक्त झालेला सूर्योदयाच्या पूर्वी उदित होतो. ह्मणून त्याचा पूर्वोदय होतो असें सांगितलें. व सूर्यापेक्षां शीघ्रगति ग्रह पुढें असल्यामुळें सूर्यास्त झाल्यानंतर पश्चिमेस दिसतो. ह्मणून त्याचा पश्चिमोदय सांगितला. याचप्रमाणें अस्ताविषयीं युक्ति समजावी.

ज्ञशुक्रावृजू प्रत्यगुद्गम्य वक्रां
गतिं प्राप्य तत्रैव यातः प्रतिष्ठाम् ।
ततः प्राक् समुद्गम्य वक्रा वृजुत्वं
समासाद्य तत्रैव चास्तं व्रजेताम् ॥ ५ ॥

बुध, शुक्र यांविषयीं विशेष आहे तो असा:— बुध व शुक्र हे मार्गी असतात त्या वेळीं त्यांची गति अधिक असल्यामुळें पश्चिमोदय होतो. पुढें वक्र होऊन पश्चिमास्त होतो. नंतर पूर्वोदय होऊन मार्गी होतात. पुढें अधिक गतीमुळें त्यांचा पूर्वास्त होतो.

याची उपपत्ति नीचोच्चवृत्तभंगीवरून स्पष्ट कळेल व ती आकृति काढून गोलाध्यायामध्यें दाखविलेली आहे.

दस्रेंद्वः शैलभुवश्च शक्रा
रुद्राः खचंद्रास्तिथयः क्रमेण ।
चंद्रादितःकाललवा निरुक्ता
ज्ञशुक्रयोर्वक्रगयोर्द्विहीनाः ॥ ६ ॥

१२।१७।१४।११।१०।१५ हे अंक क्रमानें चंद्रादिकांच्या कालांशाचे आहेत. बुध व शुक्र हे वक्रगत असल्यास त्यांच्या कालांशाच्या अंकांतून दोन वजा करून त्यांचे कालांश समजावे.

उपपत्ति.

रवि व ग्रह यांच्या विषुवांशामध्यें जें अंतर ग्रहाच्या उदयकालीं किंवा अस्तकालीं असतें त्यास आचार्यांनीं कालांश असें नांव अन्वर्थक दिलें आहे. कारण काल हा विषुववृत्तावरच मोजतात. जसें चंद्राचे कालांश १२ आहेत म्हणजे सूर्य व चंद्र यांच्या विषुवांशामध्यें १२ अंशांचें अंतर पडेल, त्या वेळीं चंद्राचा उदय किंवा अस्त होणारा आहे. आतां सूर्याच्या अस्तानंतर किंवा उदयानंतर दोन घटिकेपेक्षां किंचित् अधिक इतक्या अंतरानें चंद्र दृष्टियोग्य होतो असें वेधानें कळतें. म्हणून दोन घटिकांचे अंश १२ असल्यामुळें १२ कालांश चंद्राविषयीं आ-

चार्यांनीं सांगितले. याच पद्धतीनें भौमादिकांचेही कालांश काढावेत. बुधशुक्र वक्री असतां बिंब मोठें असतें. ह्मणून दोन वजा करण्यास सांगितलें आहे.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

यत्रोदयो वास्तमयोऽवगम्य-
स्तद्दिग्भवो दृक्खचरो रविश्च ।
अस्तोदयासन्नदिने कदाचित्
साध्यस्तु पश्चात् तरणिः सषड्भः ॥ ७ ॥

केंद्रांशावरून मागें सांगितल्याप्रमाणें ग्रहाचा उदय किंवा अस्त होण्याचा जो स्थूळ दिवस आला असेल, त्याच्याजवळ कोणत्याही दिवशीं नेमका उदय किंवा अस्त कधीं होतो आहे हें पाहण्याकरितां इष्टकालीं तो ग्रह व सूर्य स्पष्ट करावा; आणि पूर्वोदय किंवा पूर्वास्त असल्यास प्राक्दृग्ग्रह ह्मणजे उदयलग्न साधावें व पश्चिमोदय किंवा पश्चिमास्त असल्यास पश्चिमदृग्ग्रह ह्मणजे ग्रहाचें अस्तलग्न साधावें. तसेंच पश्चिमोदय किंवा पश्चिमास्त असल्यास साधितसूर्यास ६ राशि मिळवून तो सूर्य घ्यावा.

दृक्खेचरार्कांतरजातनाड्यो
रसाहताः काललवाः स्युरिष्टाः ।
उक्तेभ्य ऊनाभ्यधिका यदीष्टाः
खेटोदयो गम्यगतस्तदा स्यात् ॥ ८ ॥

अतोन्यथा वास्तमयोऽवगम्यः
प्रोक्तेष्टकालांशवियोगलिप्ताः ।
खाभ्राष्टभूघ्ना द्युचरोदयाप्ताः
खेटार्कभुक्त्यंतरभाजिताश्च ॥ ९ ॥

वक्रे तु भुक्त्यैक्यहृता अवाप्ता-
स्तदंतराले दिवसा गतैष्याः ।

तात्कालिकाभ्यां रविदृग्ग्रहाभ्यां
मुहुः कृतास्ते स्फुटतां प्रयांति ॥ १० ॥

" ऊनस्य भोग्योधिकभुक्तयुक्तो मध्योदयाढ्योंतरकाल एवं " या ग्रहच्छायाधिकारांतील श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणें दृग्ग्रह व सूर्य यांच्यामधील अंतरघटिका आणून त्यांस ६ नीं गुणिलें असतां इष्टकालांश येतात. ह्मणजे इष्टकालीं दृग्ग्रह व सूर्य यांच्यामध्यें किती विषुवांशांचें अंतर आहे, हें निघतें. आतां पठितकालांशापेक्षां इष्टकालांश कमी असतील तर, ग्रहाचा उदय पुढें होणार आहे असें समजावें व अधिक असल्यास उदय होऊन गेला आहे असें समजावें. याच्या विपरीत अस्त समजावा म्हणजे पठितकालांशापेक्षां इष्टकालांश कमी असतील तर, अस्त होऊन गेला व अधिक असतील तर, अस्त होणार आहे असें समजावें. आतां पठितकालांश व इष्टकालांश यांचें अंतर करून त्याच्या कलांस १८०० नीं गुणून दृग्ग्रहाच्या स्वदेशीय उदयानें भागावें आलेल्या लब्धास मार्गी ग्रह असल्यास ग्रह व सूर्य यांच्या गत्यंतरानें भागिलें असतां गतैष्य दिवस येतात; व वक्री ग्रह असल्यास ग्रह व सूर्य यांच्या गतियोगानें भागिलें असतां दिवस येतात. या दिवशीं पुनः तात्कालिक सूर्य व दृग्ग्रह करून पूर्वोक्त क्रियेनें दिवस आणावेत याप्रमाणें अंतर नाहींसें होईपर्यंत क्रिया केली असतां उदयास्ताचे स्पष्ट दिवस येतात.

उपपत्ति.

इष्टकालांशावरून गत किंवा गम्य दिवसांची उपपत्ति स्पष्ट आहे. आतां ते दिवस किती हें काढणें आहे. पठितकालांश व इष्टकालांश यांचें अंतर विषववृत्तावरचें आलें, तें क्रांतिवृत्तावरील करण्याकरितां

ग्रहोदय : १८०० कला :: कालांशांतर

या त्रैराशिकावरून

$$\text{कलात्मकांतर} = \frac{१८००\times\text{कालांशांतरकला}}{\text{ग्रहोदयासु}}$$

कारण विषुववृत्तामध्यें कला व असु हे बरोबर असतात.

आतां दिवस आणण्याकरितां

गत्यंतर : १ दिवस :: कलांतर

या त्रैराशिकावरून

$$\text{गतैष्यदिवस} = \frac{१८०० \times \text{कालांशांतरकला}}{\text{ग्रहोदयासु} \times \text{गत्यंतर}}$$

वक्री ग्रह असतां गतियोग हेंच गत्यंतर होतें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

प्राग्दृग्ग्रहश्चेदधिको रवेः स्या-
दूनोथवा पश्चिमदृग्ग्रहश्च ।
प्रोक्तेष्टकालांशयुतेः कलाभिः
साध्यास्तदानीं दिवसा गतैष्याः ॥ ११ ॥

तथा यदीष्टकालांशाः प्रोक्तेभ्योऽभ्यधिकास्तदा ।
व्यत्ययश्च गतैष्यत्वे ज्ञेयोऽन्हां सुधिया खलु ॥ १२ ॥

जर प्राग्दृग्ग्रह रवीपेक्षां अधिक असेल, अथवा पश्चिमदृग्ग्रह रवीपेक्षां न्यून असेल तर, पठितकालांश व इष्टकालांश यांच्या बेरजेच्या कला करून त्यांपासून पूर्वीं सांगितल्याप्रमाणें दिवस आणावेत. अंतरकलांवरून दिवस आणूं नयेत. तसेंच प्राग्दृग्ग्रह रवीपेक्षां अधिक असून किंवा पश्चिमदृग्ग्रह रवीपेक्षां न्यून असून आणिलेले इष्टकालांश हे पठितकालांशापेक्षां अधिक असतील तर पठितकालांश व इष्टकालांश यांच्या बेरजेच्या कलांवरून आणिलेल्या दिवसांच्या गतैष्यत्वाविषयीं वैपरीत्य समजावें. ह्मणजे पूर्व पद्धतीनें गत असल्यास एष्य व एष्य असल्यास गत समजावेत.

अ सू ग्र फ र

सू हें विषुववृत्तांतील सूर्याचें चिन्ह. सुफ आणि सू अ हे ग्रहाचे कालांश पठित आहेत. आतां ग्रहाचा पूर्वोदय आहे असें मानूं. ग्र ह्या ठिकाणीं ग्रह सूर्यापेक्षां सूग्र ह्या अंतरानें अधिक आहे असें समजा. तेव्हां सूग्र हे इष्टकालांश झाले. आतां उदय कालीं ग्रह अ स्थळीं पाहिजे. करितां असू + सूग्र=अग्र इतकें अंतर सूर्याची व ग्रहाची चाल होऊन झालें पाहिजे हें उघड आहे. ह्मणूनच आचार्यांनीं रवीपेक्षां प्राग्दृग्ग्रह अधिक असल्यास पठितकालांश व इष्टकालांश यांच्या बेरजेवरून दिवस आणावयास सांगितलें. आतां जर र ठिकाणीं ग्रह असता तर इष्टकालांश सूर हे पठित सू फ ह्या कालांशापेक्षां अधिक झाले. तेव्हां येथें अस्त होऊन उदय होणार आहे. ह्मणजे गम्य उदय येतो. मागील पद्धतीनें पाहूं गेलें असतां पठितकालांशापेक्षां इष्टकालांश अधिक असल्यामुळें ग्रहाचा उदय होऊन गेला, असें येतें, करितां गतगम्याविषयीं आचार्यांनीं वैपरीत्य सांगितलें हें युक्त आहे.

याप्रमाणें उदयास्ताधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशायनमः ॥

शृंगोन्नत्यधिकार.

मासांतपादे प्रथमेऽथवेंदोः
शृंगोन्नतिर्यद्दिवसेऽवगम्या ।
तदोदयेऽस्ते निशि वा प्रसाध्यः
शंकुर्विधोः स्वोदितनाडिकाद्यैः ॥ १ ॥

महिन्याच्या शेवटच्या चरणामध्यें ह्मणजे कृष्णपक्षांतील अष्टमी-पासून मासांतापर्यंत अथवा महिन्याच्या पहिल्या चरणामध्यें ह्मणजे शुक्लप्रतिपदेपासून शुक्लाष्टमीपर्यंत चंद्राची कोर चांगली स्पष्ट दिसत असल्यामुळें त्या दिवसांपैकीं ज्या दिवशीं चंद्राच्या शृंगोन्नतीविषयीं विचार करावयाचा असेल, त्या इष्ट दिवशीं सूर्योदयकालीं, किंवा सूर्यास्तकालीं अथवा रात्रीं कोणत्याही इष्टकालीं स्पष्टरवि व चंद्र तयार करून चंद्राच्या उदितघटिका, क्रांति इत्यादिकांच्या सहायानें चंद्राचा महाशंकु तयार करावा.

निशावशेषैरसुभिर्गतैर्वा
यथाक्रमं गोलविपर्ययेण ।
रवेरधः शंकुरथाक्षभाघ्नो
नरोऽर्कहृच्छंकुतलं यमाशम् ॥ २ ॥

सूर्योदयाच्या पूर्वीं इष्टकाल असल्यास रात्रिशेषघटिका उन्नत काल धरून, सूर्यास्तानंतर इष्टकाल असल्यास रात्रिगतघटिका उन्नतकाल धरून व गोलक्रमाचा व्यत्यास मानून त्रिप्रश्नाधि-कारामध्यें सांगितल्याप्रमाणें सूर्याचा महाशंकु साधावा. तो अधः-शंकु येईल. त्या शंकूस पलभेनें गुणून १२ नीं भागिलें असतां शंकुतल होईल. तें दक्षिण दिशेचें नेहमीं असतें, परंतु येथें अधो-

मुख शंकु असल्यामुळें उत्तर समजावें असें पुढील श्लोकाच्या आरंभीं सांगितलें.

उपपत्ति.

शंकुतल हा भुज, महाशंकु ही कोटी, आणि इष्टहृति हा कर्ण हें अक्षक्षेत्र आहे. व पलभा, शंकु व पलकर्ण हेंही अक्षक्षेत्र आहे.

$$\therefore \frac{१२}{\text{पलभा}} = \frac{\text{महाशंकु}}{\text{शंकुतल}}$$

$$\therefore \text{शंकुतल} = \frac{\text{पलभा} \times \text{महाशंकु}}{१२}$$

क्षितिजाच्या वर शंकु असल्यास तो उदयास्तसूत्राच्या दक्षिणेस पडतो, व क्षितिजाच्या खालीं ग्रह असल्यास त्याचा शंकु उदयास्तसूत्राच्या उत्तरेस पडतो हें स्पष्ट आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

सौम्यं त्वधोमुखनरस्य तलं प्रदिष्टं
स्वाग्रास्वशंकुतलयोः समभिन्नदिक्त्वे ।
योगांतरं भवति दोरिनचंद्रदोष्णो-
स्तुल्याशयोर्विवरमन्यदिशोस्तु योगः ॥ ३ ॥

स्पष्टो भुजो भवति चंद्रभुजाश इंदोः
शुद्धे भुजे रविभुजाद्विपरीतादक्कः ।

अधोमुखशंकूचें शंकुतल उत्तर असतें; व ऊर्ध्वमुखशंकूचें शंकुतल दक्षिण असतें. म्हणून येथें सूर्याच्या शंकूचें शंकुतल उत्तर व चंद्राच्या शंकूचें शंकुतल दक्षिण समजावें. कारण शृंगोन्नतिकालीं चंद्र क्षितिजावर असतो व सूर्य क्षितिजाच्या खालीं असतो. आतां अग्रा व शंकुतल यांची दिशा एकच असल्यास

त्याची बेरीज केली असता भुज होतो आणि अग्रा व शंकुतल यांच्या दिशा भिन्न असल्यास त्यांचें अंतर केलें असतां भुज होतो. याप्रमाणें रवि व चंद्र यांचे पृथक् भुज तयार करावेत. आतां रवि व चंद्र यांच्या भुजांची दिशा एकच असल्यास त्या दोघांच्या भुजांचें अंतर केलें असतां शृंगोन्नतीला योग्य असा स्पष्ट भुज होतो. आणि त्या दोन्ही भुजांची दिशा भिन्न असल्यास त्या दोन भुजांची बेरीज केली असतां स्पष्ट भुज होतो. चंद्रभुजाची जी दिशा असेल तीच स्पष्टभुजाची दिशा समजावी. ही गोष्ट चंद्रभुज व सूर्यभुज यांच्या भिन्नदिशा असल्या वेळची झाली. याप्रमाणेंच दोघांच्या भुजांची दिशा एकच असेल त्या वेळीं चंद्रभुजांतून सूर्यभुज वजा केला असल्यास चंद्रभुजाची जी दिशा तीच स्पष्टभुजाची समजावी; आणि चंद्रभुजापेक्षां रविभुज मोठा असल्यामुळें रविभुजांतून चंद्रभुज वजा केला असल्यास चंद्रभुजाच्या विपरीत दिशा स्पष्ट भुजाची समजावी. ह्मणजे चंद्रभुज उत्तर असल्यास स्पष्ट भुजाची दिशा दक्षिण होईल, आणि चंद्रभुज दक्षिण असल्यास स्पष्टभुजाची दिशा उत्तर होईल.

उपपत्ति.

भुज ह्मणजे शंकुमूलाचें पर्वापरसूत्रापासून दक्षिणोत्तर जें अंतर असेल तें समजावें. सूर्यचंद्रांच्या भुजांवरून जो स्पष्ट भुज येईल तें सूर्यशंकु व चंद्रशंकु यांचें दक्षिणोत्तर अंतर समजतें.

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

योधो नरो दिनकृतः स विधोरुदग्र-
शंक्वन्वितो मम मता खलु सैव कोटिः ॥ ४ ॥

रवीच्या अधःशंकूमध्यें चंद्राचा ऊर्ध्वशंकु मिळविला असतां कोटी येते. हीच कोटी शृंगोन्नतीविषयीं घ्यावी असें माझें मत

(आचार्यांचें मत) आहे. ब्रह्मगुप्तानें अन्य रीतीनें आणावयास सांगितलेली कोटि मला मान्य नाहीं.

दोः कोटिवर्गैक्यपदं श्रुतिः स्यात्
भुजो रसघ्नः श्रवणेन भक्तः ।
प्रजायते दिग्वलनं हिमांशोः
शृंगोन्नतौ तत् स्फुटबाहुदिक्कम् ॥ ५ ॥

मागें आणिलेल्या स्पष्ट भुजाच्या वर्गामध्यें कोटीचा वर्ग मिळवून वर्गमूळ काढिलें असतां कर्ण येतो. आतां स्पष्ट भुजास ६ नीं गुणून कर्णानें भागिलें असतां चंद्राच्या शृंगोन्नतीविषयीं उपयुक्त असें दिक्वलन येतें, स्फुट भुजाची दिशा तीच या वलनाची समजावी.

उपपत्ति.

आचार्यांनीं ६ अंगुलें चंद्रबिंबाचें व्यासार्ध मानून या व्यासार्धावर स्पष्टभुज परिणत करून त्यास वलन संज्ञा दिलेली आहे.

$$\therefore \frac{\text{कर्ण}}{\text{स्पष्टभुज}} = \frac{६}{\text{वलन}}$$

$$\therefore \text{वलन} = \frac{\text{भुज} \times ६}{\text{कर्ण}}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

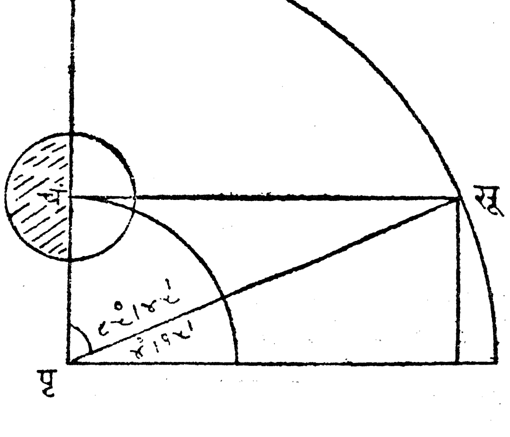
चंद्रस्य योजनमयश्रवणेन निघ्नो
व्यर्कैंदुदोर्गुण इनश्रवणेन भक्तः ।
तत्कार्मुकेण सहितः खलु शुक्लपक्षे
कृष्णेऽमुना विरहितः शशभृत् विधेयः ॥ ६ ॥

शृंगोन्नतिकालीं चंद्रांतून रवि वजा केला असतां जें शेष राहील त्याच्या दोर्ज्येस चंद्राच्या योजनकर्णानें गुणून रवीच्या

योजनकर्णानें भागावें. आलेल्या फळाच्या चापानें शुक्लपक्षीं चंद्र युक्त करावा व कृष्णपक्षीं तें चाप चंद्रांतून वजा केलें असतां शुक्लसाधनाला योग्य असा चंद्र होतो.

उपपत्ति.

पूर्वाचार्यांनीं व्यर्कैंदूचे १५ भाग झाले असतां १ अंगुलें शुक्ल, ३० भाग झाले असतां २ अंगुलें शुक्ल, या पद्धतीनें व्यर्कैंदु ९० अंश झाला असतां ६ अंगुलें शुक्ल होतें. ह्मणजे ९० भाग झाले असतां अर्धं बिंब शुक्ल होतें असें झालें. याप्रमाणें शुक्ल साधन केलें आहे. परंतु हें चुकीचें आहे. कारण व्यर्कैंदु ८५ अंश ४५ कला इतका झाला असतां ६ अंगुलें शुक्ल येतें. असें गोलाध्याया-मध्यें "पादोनषड्काष्ठलवांतरे तो" इत्यादि श्लोकानें सिद्ध करून दाखविलें आहे. तेव्हां पूर्वाचार्यांच्या पद्धतीनेंच जर शुक्ल बरोबर काढण्याची रीति पतकरली तर व्यर्कैंदूमध्यें ह्मणजे ८५।४५ मध्यें ४ अंश १५ कला मिळविल्या पाहिजे. व अन्य व्यर्कैंदु असतां अनुपातानें अंशकला मिळविल्या पाहिजेत हें उघड आहे. ह्मणून आचार्यांनीं चंद्रासच हा संस्कार करून व्यर्कैंदु घ्यावा असें सांगितलें. आतां ते अनुपात आकृतीनें स्पष्ट करून दाखवूं.



आतां $\frac{\text{अपृ}}{\text{त्रिज्यामितकला}} = \frac{\text{चंपृ}}{\text{ज्यारूपपरमकला}}$

$\therefore$ ज्यारूप परमकला $= \frac{\text{त्रिज्या} \times \text{चंपृ}}{\text{अपृ}}$

$\frac{\text{त्रिज्यातुल्यव्यर्केंदुदोर्ज्या}}{\text{ज्यारूपपरमकला}} = \frac{\text{इष्टव्यर्केंदुदोर्ज्या}}{\text{इष्टज्यारूपकला}}$

$\therefore$ इष्टज्या $= \frac{\text{इष्टव्यर्केंदुदोर्ज्या} \times \text{त्रिज्या} \times \text{चंपृ}}{\text{त्रिज्या} \times \text{अपृ}}$

$\therefore$ इष्टज्या $= \frac{\text{व्यर्केंदुदोर्ज्या} \times \text{चंद्रयोजनकर्ण}}{\text{रवियोजनकर्ण}}$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

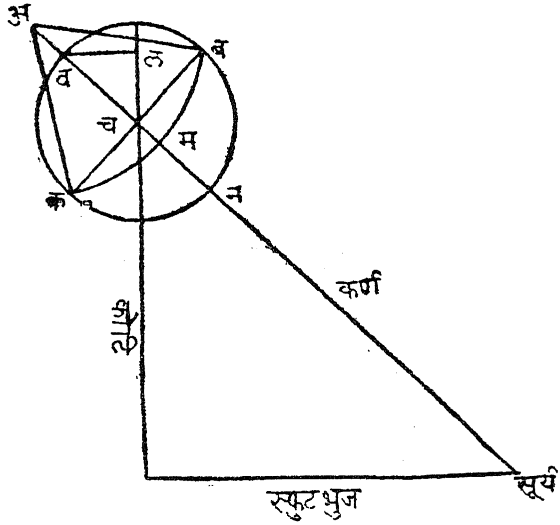
व्यर्केंदुकोट्यशशरेंदुभागो
हारोमुनाषट्कृतितो यदाप्तम् ।
द्विष्ठं च हारोनयुतं तदर्धे
स्यातां क्रमादत्र विभास्वभाख्ये ॥ ७ ॥

व्यर्केंदूच्या कोट्यंशांचा पंधरावा हिस्सा काढिला असतां त्यास हार ह्मणतात. या हारानें ३६ स भागून जें लब्ध येईल तें दोन ठिकाणीं मांडून त्यांतील एका ठिकाणीं हार वजा करावा व दुसऱ्या ठिकाणीं मिळवावा. आणि त्यांचीं अर्धे केलीं असतां क्रमानें विभा व स्वभा ह्या होतात.

उपपत्ति.

खालीं दिलेल्या आकृतीमध्यें अ च ह्या कोटीस विभा आणि अ ब या कर्णास स्वभा आणि च म ह्या बाजूस हार अशा संज्ञा आचार्यांनीं दिलेल्या आहेत असें समजा.

शृंगोन्नतिभंगि.



यांतील मन हें शुक्र व्यर्कदूच्या भुजांशांस १५ नीं भागिलें असतां येईल. परंतु आचार्यांनीं कोट्यंशांस १५ नीं भागून च म हीच बाजू आणावयास सांगितली. आतां

अ च ब या त्रिकोणावरून

$$\text{अ च}^2 + \text{च ब}^2 = \text{अ ब}^2$$

$$\therefore \text{को}^2 + \text{भु}^2 = \text{क}^2$$

$$\therefore \text{भु}^2 = \text{क}^2 - \text{को}^2$$

$$\therefore \text{भु}^2 = (\text{क} - \text{को})(\text{क} + \text{को})$$

$$\therefore \text{क} + \text{को} = \frac{\text{भु}^2}{\text{क} - \text{को}} \quad \ldots \quad \ldots\ldots \quad (१)$$

$$\text{आणि क} - \text{को} = \text{च म} \quad \ldots \quad \ldots \quad (२)$$

कारण अ मध्य बिंदु धरून ब म क हें वर्तुळ काढिलेलें आहे म्हणून

अ ब = अ म आहे.

आतां समीकरण (१) व (२) वरून

$$\text{क} = \frac{\dfrac{\text{भु}^{\text{२}}}{\text{क} - \text{को}} + \text{च म}}{\text{२}}$$

यांत भुज च ब याची किंमत ६ अंगुलें आहे ती ठेवून

$$\text{स्वभा} = \frac{\dfrac{\text{३६}}{\text{हार}} + \text{हार}}{\text{२}}$$

$$\text{तसेंच को} = \frac{\dfrac{\text{भु}^{\text{२}}}{\text{क} - \text{को}} - \text{च म}}{\text{२}}$$

$$\therefore \text{विभा} = \frac{\dfrac{\text{३६}}{\text{हार}} - \text{हार}}{\text{२}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

सूत्रेण बिंबमुडुपस्य षडंगुलेन
कृत्वा दिगंकमिह तद्दलनं ज्यकोवत् ।
मासस्य तुर्यचरणे वरुणेशदेशात्
प्राग्भागतः प्रथमके सुधिया प्रदेयम् ॥ ८ ॥
केंद्राद्विभां तद्दलनाग्रसूत्रे
कृत्वा विभाग्रे स्वभया च वृत्तम् ।

ज्ञेयेंदुखंडाकृतिरेवमत्र
स्यात् तुंगशृंगं वलनान्यदिक्स्थम् ॥ ९ ॥

समभूमीवर सहा अंगुलात्मक त्रिज्येनें एक वर्तुळ काढावें. त्यास चंद्रबिंब मानून त्यावर दिशांच्या खुणा करून त्यावर पूर्वी आणिलेलें दिक्वलन ज्येप्रमाणें द्यावें. तें असें: महिन्याचा शेवटचा चरण असल्यास पश्चिमदिक्चिन्हापासून द्यावें. आणि प्रथम चरण असल्यास पूर्वचिन्हापासून वलन द्यावें. नंतर चंद्रबिंबाच्या मध्यबिंदूपासून विभा द्यावी. परंतु ती वलनाग्रसक्त जें कर्णसूत्र यांवर देऊन ती वलनाग्रास स्पर्श करून गेली पाहिजे. नंतर विभेचा अग्र हा मध्यबिंदु धरून स्वभाएवढ्या त्रिज्येनें वर्तुळ काढावें ह्मणजे चंद्रखंडाकृति शुक्लबिंब निघेल व चंद्राचें शृंग वलन दिशेच्या विरुद्ध दिशेंत उन्नत झालेलें निघेल.

मागें शृंगोन्नतिभंगि दिलेली आहे त्यावरून याचें सर्व स्पष्टीकरण होईल. तेथें ल व हें वलन अ च विभा दिलेली आहे.

यौ ब्रह्मगुप्तकथितौ किल कोटिकर्णौ
ताभ्यां कृते तु परिलेखविधौ यथोक्ते ।
नास्तीव भाति मम दृग्गणितैक्यमत्र
शृंगोन्नतौ सुगणकैर्निपुणं विलोक्य ॥ १० ॥

यत्राक्षोंगरसा लवाः क्षितिजवत् तत्रापवृत्ते स्थिते
मेषादावुदयं प्रयाति तपने नक्रादिगेंदोर्दलम् ।
याम्योदक्वलयेन खंडितमिव प्राच्यां सितं स्यात्तदा
नैतत् ब्रह्ममतेऽस्यहि त्रिभगुणो बाहुश्च कोटिस्तदा ॥११॥

शृंगे समे स्तो यदि बाह्वभाव
ऊर्ध्वाधरे ते यदि कोट्यभावः ।
त्रिज्यासमौ तस्य च कोटिबाहू
किंवा ममानेन नमो महद्भ्यः ॥ १२ ॥

ब्रह्मगुप्तानें जे कोटिकर्ण आणावयास सांगितलें आहे, त्याप्रमाणें कोटि व कर्ण आणून त्यानेंच सांगितल्याप्रमाणें परिलेख-

विधि केला असतां ह्मणजे नकाशा काढिला असतां त्याप्रमाणें दृष्टिगोचर होऊन अनुभव येत नाहीं. याविषयीं विद्वान् लोकांनींच विचार करावा. कारण ज्या ठिकाणीं ६६ अक्षांश आहेत अशा स्थळीं क्रांतिवृत्त हेंच क्षितिज बनल्या वेळीं मेषारंभास सूर्य असून मकराच्या आरंभीं चंद्र असतां त्या चंद्राचें अर्ध याम्योत्तरवृत्तानें खंडित झाल्याप्रमाणें अर्धबिंब शुक्ल दिसतें. व त्याचीं शृंगें हीं ऊर्ध्वाधर होतात. ब्रह्मगुप्ताच्या मतीं ऊर्ध्वाधर शृंगें दिसूं नयेत. कारण भुजाचा अभाव झाला असतां शृंगें सम होतात, व कोटीचा अभाव झाला असतां ऊर्ध्वाधर शृंगें होतात असा सर्व सिद्धांत आहे. तेव्हां ब्रह्मगुप्ताच्या मतीं त्या वेळीं भुज त्रिज्यातुल्य होतो व कोटि ही त्रिज्यातुल्य होते. ह्मणून मेषादि सूर्य व मकरादि चंद्र असतां ऊर्ध्वाधर शृंगें दिसूं नयेत. तीं ऊर्ध्वाधर दिसतात, हा प्रत्यक्ष विरोध आहे करितां ब्रह्मगुप्तानें सांगितलेले कोटिकर्ण घेऊं नयेत. हें सांगण्यापेक्षां महान् विद्वानांस नमस्कार असो; कारण महान् जे आहेत त्यांचा अभिप्राय महान्च जाणतात. मजसारख्या अल्पज्ञास समजणार नाहीं.

याप्रमाणें शृंगोन्नतीचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

ग्रहयुत्यधिकार.

व्यंघ्रीषवः सचरणा ऋतव स्त्रिभाग-
युक्ताद्रयो नव च सत्रिलवेषवश्च ।
स्युर्मध्यमास्तनुकलाः क्षितिजादिकानां
त्रिज्याशुकर्णविवरेण पृथक् विनिघ्नाः ॥ १ ॥

त्रिघ्नया निजांत्यफलमौर्विकया विभक्ता
लब्धेन युक्तरहिताः क्रमशः पृथक्स्थाः ।
ऊनाधिके त्रिभगुणाच्छ्रवणे स्फुटाः स्युः
कल्प्यं खलु त्रिकलमंगुलमत्र बिंबे ॥ २ ॥

भौमाच्या मध्यम बिंबकला ४।४५, बुधाच्या ६।१५, गुरूच्या ७।२०, शुक्राच्या ९ आणि शनीच्या ५।२०, याप्रमाणें मध्यम बिंबकला आहेत. यांचें स्पष्टीकरण खालीं दिलेल्या रीतीनें करावें. ग्रहाच्या मध्यमबिंबकलांस त्रिज्या व शीघ्रकर्ण यांच्या अंतरानें गुणून स्वकीय अंत्यफलज्येच्या तिपटीनें भागून जें लब्ध येईल तें, त्रिज्येपेक्षां शीघ्रकर्ण कमी असल्यास मध्यमबिंबकलांस मिळवावें व अधिक असल्यास मध्यमबिंबकलांतून वजा करावें ह्मणजे स्पष्टबिंबकला येतात. त्या कलांस ३ नें भागिलें असतां अंगुलात्मक बिंब होईल, असें समजावें.

उपपत्ति.

ज्या वेळीं त्रिज्यातुल्य शीघ्रकर्ण असतो त्या वेळच्या ग्रहबिंबास मध्यम बिंब ह्मणतात. त्रिज्येपेक्षां शीघ्रकर्ण कमी झाला असतां पृथ्वीच्या जवळ ग्रह असल्यामुळें बिंब वाढतें व त्रिज्येपेक्षां शीघ्रकर्ण अधिक झाला असतां बिंब कमी होतें. प्रत्यक्ष

वेधावरून बिंबाची परम वाढ व न्यूनता ही मध्यम बिंबाच्या एकतृतीयांशाइतकी असते. म्हणून मध्यंतरीं त्रैराशिक केलें पाहिजे.

∴ त्रिज्या व शीघ्रकर्ण यांचें अंतर अंत्यफलज्यातुल्य झालें असतां जर बिंबाचा एकतृतीयांश भेद पडतो तर इष्ट त्रिज्या व शीघ्रकर्ण यांच्या अंतरास किती ? यावरून

$$\text{बिंबसंस्कार} = \frac{\text{त्रिज्याशीघ्रकर्णांतर} \times \text{मध्यबिंब}}{\text{अंत्यफलज्या} \times ३}$$

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

दिवौकसोरंतरलिप्तिकौघात्
गत्योर्वियोगेन हृताद्यदैकः।
वक्री जयैक्येन दिनैरवाप्तै-
र्गाता तयोः संयुतिरल्पभुक्तौ ॥ ३ ॥
वक्रेऽथवा न्यूनतरेऽन्यथैष्या
द्वयोरनृज्वोर्विपरीतमस्मात्।

ज्या दोन ग्रहांच्या युतिकालाचें ज्ञान पाहिजे असेल, त्या दोन ग्रहांच्या अंतराच्या कलांस गत्यंतरानें, दोन ग्रहांपैकीं एक वक्री असल्यास गतियोगानें भागिलें असतां युतिदिवस येतात. मंदगतिग्रह शीघ्रगतिग्रहापेक्षां कमी असल्यास युति गत ह्मणजे मागें होऊन गेली आहे असें समजावें. किंवा वक्रीग्रह अन्यग्रहापेक्षां कमी असल्यास युति गत समजावी. याच्या विपरीत म्हणजे मंदगतिग्रह शीघ्रगतिग्रहापेक्षां अधिक असल्यास किंवा वक्रीग्रह अन्यग्रहापेक्षां अधिक असल्यास युति एष्य ह्मणजे पुढें होणार आहे असें समजावें, दोन्ही ग्रह जर वक्री असतील तर वर सांगितलेल्या गतैष्याचा विपरीत क्रम समजावा. ह्मणजे दोन्हीं ग्रह वक्री असून त्यांतील मंदगतिग्रह शीघ्रगति ग्रहापेक्षां कमी असल्यास युति एष्य आणि अधिक असल्यास गत युति समजावी.

याची उपपत्ति सहज ध्यानांत येण्यासारखी आहे.

दृक्कर्म कृत्वायनमेव भूयः
साध्येति तात्कालिकयोर्युतिर्यत् ॥ ४ ॥
एवं कृते दिविचरौ ध्रुवसूत्रसंस्थौ
स्यातां तदा वियति सैव युतिर्निरुक्ता ।
दृक्कर्मणायनभवेन न संस्कृतौ चेत्
सूत्रे तदा त्वपमवृत्तजयाम्यसौम्ये ॥ ५ ॥

पूर्वींच्या श्लोकांत जो युतिकाल आणावयास सांगितला आहे तो स्थूल येतो. तो सूक्ष्म आणण्याचा प्रकार सांगूं. ज्या दोन ग्रहांची युति अवलोकन करावयाची असेल, त्या दोघांस आयनदृक्कर्माचा संस्कार करून त्या कृतायनदृक्कर्मकग्रहांपासून पूर्वींच्या श्लोकांत सांगितल्याप्रमाणेंच युतिदिवस आणिले असतां सूक्ष्म येतील. कारण युति शब्दाचा अर्थ असा आहे कीं, दोन्ही ध्रुवांतून जाणाऱ्या महावृत्तांत ते दोन्ही ग्रह आले असतां त्या दोन ग्रहांची युति झाली असें ह्मणतात. मग दक्षिणोत्तर अंतर कितीही असलें तरी हरकत नाहीं. तेव्हां आयनदृक्कर्मसंस्कार केल्यानें ते दोन्ही ग्रह युतिकालीं एकाच ध्रुवसूत्रामध्यें येतात. हा आयनदृक्कर्मसंस्कार न करितां पूर्वोक्त पद्धतीनें जो युतिकाल येतो त्या वेळीं ते दोन्ही ग्रह क्रांतिवृत्तजयाम्योत्तरसूत्रामध्यें ह्मणजे कदंबद्वयांतून जाणाऱ्या महावृत्तामध्यें येतात. परंतु ती युति ह्मणण्याचा संप्रदाय नाहीं.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

एवं लब्धैर्ग्रहयुतिदिनैश्चालितौ तौ समौस्त-
स्ताभ्यां सूर्यग्रहणवदिषू संस्कृतौ स्वस्य नत्या ।
तौ च स्पष्टौ तदनु विशिखौ पूर्ववत् संविधेयौ
दिक्साम्ये या वियुति रनयोः संयुतिर्भिन्नदिक्त्वे ॥ ६ ॥
याम्योदक्स्थद्युचरविवरं ज्ञेयमत्रेषुदिक्स्थौ
खेटौ यः स्याल्लघुतरशरः सोन्यदिक् तुल्यदिक्त्वे ।

पूर्वीं सांगितल्याप्रमाणें गत किंवा गम्य जे स्पष्टयुतिदिवस येतील, त्या दिवसांचें चालन त्या दोन्ही ग्रहांस दिलें असतां ते

राशि, अंश, कला इत्यादिकांनीं तुल्य होतील. त्यांपासून त्यांचे अस्फुटशर आणून सूर्यग्रहणांत सांगितल्याप्रमाणें त्या अस्फुटशरांस आपआपल्या नतीचा संस्कार करावा, आणि त्यांपासून स्फुटशर आणावेत. नंतर त्या दोघांच्या शरांची दिशा एकच असेल तर शरांचें अंतर करावें; भिन्न दिशेचे शर असल्यास त्यांचा योग करावा, ह्मणजे त्या दोन ग्रहांचें दक्षिणोत्तर अंतर समजतें. ज्या ग्रहाचा शर ज्या दिशेचा असेल त्या दिशेला तो ग्रह आहे असें समजावें. जर एकाच दिशेला दोन्ही ग्रह असतील तर ज्याचा शर अल्प आहे तो ग्रह दुसऱ्या ग्रहाच्या दिशेच्या उलट दिशेंत आहे असें ह्मणावें.

मानैक्यार्धात् द्युचरविवरेऽल्पे भवेद्भेदयोगः
कार्यं सूर्यग्रहवदखिलं लंबनाद्यं स्फुटार्थम् ॥ ७ ॥

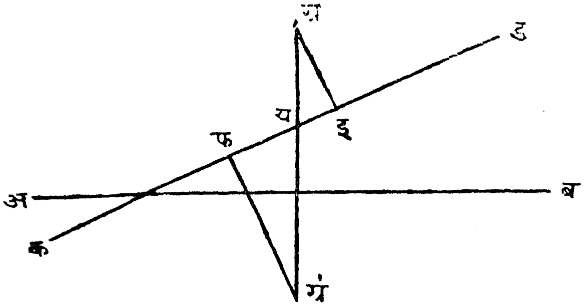
कल्प्योऽधस्थः सुधांशु स्तदुपरिग इनो लंबनादिप्रसिध्यै
किंत्वर्कादेव लग्नं ग्रहयुतिसमये कल्पितार्कान्न साध्यम् ।
प्राग्वत् तल्लंबनेन ग्रहयुतिसमयः संस्कृतः प्रस्फुटः स्यात्
खेटौ तौ दृष्टियोग्यौ यदि युतिसमये कार्यमेवं तदैव ॥ ८ ॥

याम्योदक्स्थद्युचरविवरं भेदयोगे स बाणो
ज्ञेयः सूर्यात् भवति स यतः शीतगुः सा शराशा ।
मंदाक्रांतोऽप्यृजुरपि यदाधःस्थितः स्यात् तदैंद्र्यां
स्पर्शो मोक्षो परदिशि तदा पारिलेख्येऽवगम्यः ॥ ९ ॥

दोन्ही ग्रहांचें याम्योत्तर अंतर त्या ग्रहांच्या मानैक्यखंडापेक्षां अल्प असल्यास त्या युतीस भेदयुति असें ह्मणतात. अशी भेदयुति ज्या वेळेस येते त्या वेळीं तिचें स्पष्टीकरणार्थ सूर्यग्रहणाप्रमाणें लंबनादिक साधावें. त्या लंबनादिकांच्या सिद्धीकरितां त्या दोन युतिकारक ग्रहांपैकीं खालीं असणाऱ्या ग्रहास चंद्र कल्पून ऊर्ध्वस्थ ग्रहास सूर्य कल्पावा. फक्त वित्रिभलग्नाकरितां लग्नसाधन जें करावयाचें तें खऱ्या सूर्यावरून करावें; कल्पित सूर्यावरून करतां कामा नये. लंबनसंस्कार युतिकालास केला असतां तो स्पष्ट युतिकाल होईल. ज्या वेळेस दृष्टियोग्य दोन्ही ग्रह असतील त्याच वेळीं ही क्रिया करावी. या भेदयुतीमध्यें

त्या दोन ग्रहांचें जें याम्योत्तर अंतर असतें तो बाण ह्मणजे शर समजावा; व कल्पितसूर्याच्या ज्या दिशेस कल्पितचंद्र असेल ती त्या शराची दिशा समजावी. व परिलेखकर्मामध्यें विशेष आहे तो असा—जो कल्पितचंद्र आहे त्याची गति कल्पितसूर्यापेक्षां कमी असल्यास किंवा कल्पितचंद्र वक्री असल्यास ग्रहयुतीमध्यें स्पर्श पूर्वदिशेस व मोक्ष पश्चिमदिशास समजावा. कल्पितचंद्राची गति कल्पितसूर्यापेक्षां अधिक असल्यास पश्चिमेस स्पर्श व पूर्वेस मोक्ष समजावा.

ग्रहयुतिभंगि.



या आकृतीमध्यें अ ब विषुववृत्त, क ड हें क्रांतिवृत्त, ग्र आणि ग्रं हीं दोन ग्रहांचीं स्थानें, ग्र इ हा अस्फुटशर, ग्र ग्रं हा स्फुटशर, फ ग्रं हा दुसऱ्या ग्रहाचा अस्फुटशर, व ग्रं य हा स्फुटशर, ग्र ग्रं हे दोन्ही एकाच ध्रुवसूत्रामध्यें आहेत ह्मणून त्याची युति झाली. य स्थळीं कृतायनदृक्कर्मक दोन्ही ग्रह आहेत. यावरून स्पष्ट उपपत्ति कळेल.

याप्रमाणें ग्रहयुत्यधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

नक्षत्रग्रहयुत्यधिकार.

अष्टौ नखा गजगुणाः खशरास्त्रिषट्काः
सप्तर्तवस्त्रिनव चांगदिशोष्टकाष्ठाः ।
गोर्कास्तथाद्रिमनवः शरबाणचंद्राः
खात्यष्टय स्त्रिधृतयो नवनंदचंद्राः ॥ १ ॥
अर्काश्विनो जिनयमा नवबाहुदस्राः
कभ्यश्विनो जलधितत्वामिताश्च भागाः ।
षष्ट्यश्विनश्च पवनोत्कृतयोऽष्टभानि-
खांकाश्विनो नखगुणा रसदंतसंख्याः ॥ २ ॥
सप्तामराः खमितिभध्रुवका निरुक्ता
दृक्कर्मणायनभवेन सहाश्विधिष्ण्यात् ।
ब्रह्माग्निभध्रुवलवाः रदालिप्तिकोनाः
मैत्रैंद्रयोर्व्यधिपभस्य च सेषुलिप्ताः ॥ ३ ॥

कोष्टकरूपानें अर्थ देऊं.

नक्षत्रांचें ध्रुवककोष्टक.

अ.	भ.	कृ.	रो.	मृ.	आ.	पु	पु.	आ.	
०	०	१	१	२	२	३	३	३	
८	२०	७	१९	३	७	३	१६	१८	
०	०	२८	२८	०	०	०	०	०	
म.	पू.	उ.	ह.	चि.	स्वा.	वि.	अ.	ज्ये.	
४	४	५	५	६	६	७	७	७	
९	२७	५	२०	३	१९	२	१४	१९	
०	०	०	०	०	०	५	५	५	
मू.	पू.	उ.	अ.	श्र.	ध.	श.	पू.	उ.	रे.
८	८	८	८	९	९	१०	१०	१	०
१	१४	२०	२५	८	२०	२०	२६	१७	०
०	०	०	०	०	०	०	०	०	०

येथें श्लोकांत अंशादि ध्रुवक दिले आहेत, ते राश्यादि करून कोष्टकांत दिले. येथें ध्रुवक शब्दाचा अर्थ असा समजावा कीं, इष्टनक्षत्र व ध्रुव यांतून जाणारें महावृत्त (वेधवलय) क्रांतिवृत्तास ज्या ठिकाणीं कापील तो बिंदु व क्रांतिवृत्तस्थ योगतारा रेवति यांच्यामधील जें अंतर तें समजावें. तेव्हां या ध्रुवकांस आयनदृक्कर्मसंस्कार करूनच सांगितलेसें झालें. कारण त्या बिंदूतच कृतायनदृक्कर्मक ग्रह राहतो. हे ध्रुवक वेधानें कसे काढावेत हें गोलाध्यायामध्यें सांगितलें आहे.

दिशोर्काश्च सार्धाब्धयः सार्धवेदा
दशेशा रसाः खं स्वराः खं च सूर्याः ।
त्रिचंद्राः कुचंद्रा विपादौ च दस्रौ
तुरंगाक्षयः सत्रिभागं च रूपम् ॥ ४ ॥

विपादं द्वयं सार्धरामाश्च सार्धा
गजाः सत्रिभागेषवो मार्गणाश्च ।
द्विषष्टिः खरामाश्च षड्वर्गसंख्या-
स्त्रिभागो जिना उत्कृतिः खं च भानाम् ॥ ५ ॥

निरुक्ताः स्फुटा योगताराशरांशा-
स्त्रयं ब्रह्मधिष्ण्याद्दिशाखादिषट्कम् ।
करो वारुणं त्वाष्ट्रभं सार्पमेषां
शरा दक्षिणा उत्तराः शेषभानाम् ॥ ६ ॥

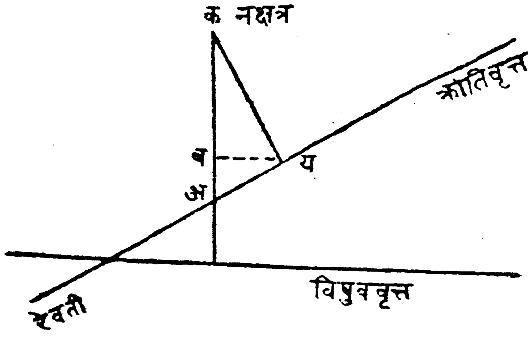
कोष्टकरूपानें अर्थ देऊं.

नक्षत्रशरकोष्टक.

अ.	भ.	कृ.	रो.	मृ.	आ.	पु.	पु.	आ.
१० ०	१२ ०	४ ३०	४ ३०	१० ०	११ ०	६ ०	० ०	७ ०
उ.	उ.	उ.	.	द.	द.	उ.	उ.	द.
म.	पू.	उ.	ह.	चि.	स्वा.	वि.	अ.	ज्ये.
० ०	१२ ०	१३ ०	११ ०	१ ४५	३७ ०	१ २०	१ ४५	३ ३०
उ.	उ.	उ.	द.	द.	उ.	द.	द.	द.
मू.	पू.	उ.	अ.	श्र.	ध.	श.	पू.	उ.
८ ३०	५ २०	५ ०	६२ ०	३० ०	३६ ०	० २०	२४ ०	२६ ०
.	द.	द.	उ.	उ.	उ.	द.	उ.	उ.

रेवतीचा शर शून्य आहे.

उपपत्ति.



क ह्या ठिकाणीं नक्षत्र आहे. कृतायनदृक्कर्मक नक्षत्र अ स्थळीं आहे. तेव्हां रेवतीपासून अ बिंदूपर्यंतचें जें अंतर तो नक्षत्राचा ध्रुवक होय. क अ स्पष्टशर आहे असें आचार्यांनीं सांगितलें. असले स्पष्टशर श्लोकांत दिले आहेत. परंतु वास्तविक स्पष्टशर क ब आहे. व तोच क य ह्या अस्फुटशरापासून काढावयास सांगितलें आहे. येथें अ ब हें अंतर अल्प असल्यामुळें अ क यासच स्पष्टशर मानिले असावे, असें दिसतें.

अगस्त्यध्रुवः सप्तनागास्तु भागा-
स्तुरंगाद्रयस्तस्य याम्याः शरांशाः ।
षडष्टौ लवा लुब्धकस्य ध्रुवोयं
नभोंभोधिभागाः शरस्तस्य याम्यः ॥ ७ ॥

अगस्त्य तारेचा ध्रुव ८७ अंश व तिचे दक्षिण शरांश ७७ आहेत. लुब्धक तारेचा ध्रुव ८६ अंश व दक्षिणशर ४० अंश आहे.

अगस्त्यस्य नाडीद्वयं प्रोक्तमिष्टं
सषड्भागनाडीद्वयं लुब्धकस्य ।
त्रिभागाधिकं स्थूलभानामणूनां
ततश्चाधिकं तारतम्येन कल्प्यम् ॥ ८ ॥

या श्लोकामध्यें सूर्यसान्निध्यामुळें होणारे नक्षत्रांचे उदयास्त हे समजण्याकरितां नक्षत्रकालांशांच्या घटिका सांगितल्या आहेत. त्या अशाः—अगस्त्याच्या इष्टघटिका २ आहेत. तेव्हां त्याचे १२ कालांश झाले. लुब्धकाच्या इष्टघटिका २$\frac{1}{6}$ आहेत. ह्मणून त्याचे कालांश १३ झाले. मोठमोठीं जीं नक्षत्रें आहेत त्यांच्या इष्टघटिका २$\frac{1}{3}$ आहेत म्हणून त्यांचे १४ कालांश होतात. व अणु ह्मणजे फार बारीक जीं नक्षत्रें आहेत त्यांस तारतम्येंकरून इष्टघटिका धराव्या ह्मणजे कित्येकांचे कालांश १५, कित्येकांचे १६ असे धरावेत.

विधेयमायनं ग्रहे स्वदृष्टिकर्म पूर्ववत् ।
स्फुटश्च खेटसायको ग्रहर्क्षयोगसिद्धये ॥ ९ ॥

ग्रह व नक्षत्रें यांची युति समजण्याकरितां आयनदृक्कर्माचा संस्कार ग्रहास करावा. आणि स्पष्टशर साधावा. कारण ध्रुवसूत्रावर युति अवलोकन करावयाची आहे.

ग्रहध्रुवांतरे कला नभोगभुक्तिभाजिताः ।
गतागतास्तवासरैर्युतिर्ग्रहेऽधिकोनके ॥ १० ॥

विलोमगे नभश्चरे गतैष्यताविपर्ययः ।
ग्रहर्क्षदक्षिणोत्तरांतरं नभोगयोगवत् ॥ ११ ॥

ज्या ग्रहाची ज्या नक्षत्राबरोबर युति अवलोकन करावयाची असेल, तो कृतायनदृक्कर्मक ग्रह व त्या नक्षत्राचा ध्रुवक यांच्या अंतरकलांस त्या ग्रहाच्या गतीनें भागिलें असता युतीदिवस येतात. ध्रुवकापेक्षां ग्रह अधिक असल्यास ते युतिदिवस गत समजावेत. ह्मणजे युति मागें आलेल्या दिवशीं होऊन गेली. व ध्रुवकापेक्षां ग्रह कमी असल्यास एष्य युतिदिवस समजावेत. ह्मणजे पुढें तितक्या दिवसांनीं युति होणारी आहे असें समजावें. वक्री ग्रह असल्यास या युतिदिवसांच्या गतैष्यतेचा विपर्यय समजावा. ह्मणजे गतादिवसांस एष्य व एष्यांस गत समजावेत. ग्रह व नक्षत्र यांचें दक्षिणोत्तर अंतर ग्रहयुतीप्रमाणें काढावें ह्मणजे ग्रहयुत्यधिकारांतील श्लोक ६ प्रमाणें दक्षिणोत्तर अंतर काढावें.

याची उपपत्ति ग्रहयुतीप्रमाणेंच समजावी.

दृक्कर्मणा पलभवेन तु केवलेन
भानां मुनेर्मृगरिपोरुदयास्तलग्ने ।
कृत्वा तयोरुदयलग्नमिनं प्रकल्प्य
लग्नं ततो निजनिजे पठितेष्टकाले ॥ १२ ॥
यत्स्यादसावुदयभानुरथास्तलग्नात्
व्यस्तं विभार्धमपि लग्नकमस्तसूर्यः ।

इष्टोनषष्टिघटिकास्वथवास्तलग्ना-
ल्लग्नं क्रमेण भदलोनितमस्तसूर्यः ॥ १३ ॥
स्यादुद्गमो निजनिजोदयभानुतुल्ये
सूर्येस्तभास्करसमेस्तमयश्च भानाम् ।
अत्राधिकोनकलिका रविभुक्तिभक्ता
यातैष्यवासरमितिश्च तदंतरे स्यात् ॥ १४ ॥

अश्विन्यादि नक्षत्रें अगस्त्य, व लुब्धक यांचे उदय व अस्त सूर्यसान्निध्यासंबंधानें समजण्याकरितां त्यांचीं उदयलग्नें व अस्तलग्नें हीं मागें सांगितल्याप्रमाणें तयार करावीत. परंतु केवळ आक्षदृक्कर्मसंस्कार करून करावींत, आयनदृक्कर्मसंस्कार करूं नये; कारण ध्रुवांला आयनदृक्कर्मसंस्कार करूनच ध्रुव सांगितलेले आहेत आतां नक्षत्राच्या उदयलग्नास सूर्य मानून व नक्षत्राच्या स्वकीय इष्टकालांशघटिका हा इष्टकाल धरून त्यापासून लग्न साधावें त्यास उदयभानु ह्मणतात. तसेंच नक्षत्राच्या अस्तलग्नास सूर्य मानून व इष्टकालांशघटिका हा इष्टकाल धरून त्यापासून विलोमलग्न साधून त्यांतून ६ राशि वजा केल्या असतां अस्तसूर्य होतो. अथवा इष्टकालांशघटिका ६० घटिकांतून वजा करून शेषघटिका हा इष्टकाल धरून अस्तलग्नरूपसूर्यावरूनच क्रमलग्न साधिलें असता अस्तसूर्य होतो. स्वकीय उदयभानूबरोबर सूर्य ज्या वेळेस होईल त्या वेळीं त्या नक्षत्राचा उदय होईल आणि स्वकीय अस्तसूर्याशीं तुल्य सूर्य झाला असतां त्या नक्षत्राचा अस्त होईल. आतां ज्या दिवशीं उदय किंवा अस्त नेमका होईल तो दिवस काढावयाचा असल्यास इष्टदिवशींचा सूर्य व नक्षत्राचा उदयभानु किंवा अस्तभानु यांचें अंतर करून कला कराव्या. त्यांस रविगतीनें भागिलें असतां उदयास्ताचे दिवस येतील. त्यांत रवीपेक्षां उदयभानु अधिक असल्यास उदय पुढें तितक्या दिवसांनीं होणारा आहे व रवीपेक्षां उदयभानु कमी असल्यास मागें तितक्या दिवसांनीं उदय झाला आहे असें समजावें.

याची उपपत्ति ग्रहाच्या उदयास्तासारखीच आहे.

यस्योदयार्कादधिकोस्तभानुः
प्रजायते सौम्यशराऽतिदैर्घ्यात् ।
तिग्मांशुसांनिध्यवशेन नास्ति
धिष्ण्यस्य तस्यास्तमयः कथंचित् ॥ १५ ॥

ज्या नक्षत्राचा अस्तभानु हा उदयभानूपेक्षां अधिक असतो, त्या नक्षत्राच्या उत्तरशराच्या अतिदैर्घ्यामुळें सूर्यसान्निध्यासंबंधानें त्या नक्षत्राचा अस्त कधींही होत नाहीं.

याची उपपत्ति स्पष्ट आहे.

यस्य स्फुटा क्रांतिरुदक् च यत्र
लंबाधिका तत्र सदोदितं तत् ।
न दृश्यते तत् खलु यस्य याम्या-
भं लुब्धकः कुंभभवो ग्रहो वा ॥ १६ ॥

ज्या देशामध्यें ज्या नक्षत्राची उत्तरक्रांति लंबांशापेक्षां अधिक असते त्या देशामध्यें तें नक्षत्र सदा उदित असतें. कारण त्याचें अहोरात्रवृत्तच संपूर्ण क्षितिजाच्या वर असतें. तसेंच ज्या नक्षत्राची दक्षिणक्रांति लंबांशापेक्षां अधिक असते त्या नक्षत्राचें अहोरात्र क्षितिजाच्या खालींच असल्यामुळें त्याचा उदय त्या देशामध्यें कधींही होत नाहीं. याप्रमाणेंच नक्षत्र लुब्धक, अगस्ति व कोणताही ग्रह याची स्थिति समजावी.

इत्यभावेऽयनांशानां कृतदृक्कर्मका ध्रुवाः ।
कथिताश्च स्फुटा बाणाः सुखार्थं पूर्वसूरिभिः ॥ १७ ॥
अयनांशवशाद्देषा मन्धादृक्त्वं च जायते ।
शरज्या अस्फुटाः कायाः स्फुटीकृतिविपर्ययात् ॥ १८ ॥
ताभिरायनदृक्कर्म मुहुर्व्यस्तं ध्रुवेष्वथ ।
अयनांशवशात् कार्यं तत् दृक्कर्म यथोदितम् ॥ १९ ॥
एवं स्युर्ध्रुवकाः स्पष्टाः शरज्याश्च ततः स्फुटाः ।
यथोक्तविधिना कार्यास्तच्चापानि स्फुटाः शराः ॥ २० ॥

ततो भग्रहयोगादि स्फुटं ज्ञेयं विजानता ।
इत्याधिक्येऽयनांशानामल्पत्वे त्वल्पमंतरम् ॥ २१ ॥

पूर्वाचार्यांनीं सुखाकरितां कृतदृक्कर्मक ध्रुव व स्पष्टशर सांगितले. परंतु ते अयनांश शून्य असल्या वेळचे आहेत असें समजावें. कारण अयनांशवशेंकरून ते भिन्न भिन्न होतात. करितां त्यांचें स्पष्टीकरण सांगूं. स्पष्टशर करण्याच्या रीतीच्या उलट पद्धतीनें अस्फुट शरज्या आणून त्यांपासून आयनदृक्कर्म आणून त्याचा व्यस्त संस्कार ध्रुवांस करावा. ह्मणजे अकृतायन दृक्कर्मक ध्रुव येइल. त्यापासून (युक्तायनांशापासून) पुनः दृक्कर्म आणून त्याचा संस्कार अकृतदृक्कर्मकध्रुवास केला असतां स्पष्ट ध्रुव होतो. परंतु ही असकृत् क्रिया केली असतां समजावा. नंतर सांगितल्या पद्धतीनें स्पष्टशरज्या आणून त्यांचीं चापें केलीं असतां स्पष्टशर येतील. यांपासून नक्षत्रग्रहयुती विद्वानानें काढली असतां स्फुट येते. अयनांश अधिक झाले असतां वरील स्फुटीकरण करावें. कमी असल्यास अल्प अंतर पडेल. करितां न केल्यास चालेल.

याप्रमाणें भग्रहयुत्यधिकाराचें भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

पाताधिकार.

भावाभावे गतैष्यत्वे पातस्य विदुषां भ्रमः ।
पूर्वेषां यत्र वक्ष्येऽहं तत्साधनमपि स्फुटम् ॥ १ ॥

पात ह्मणजे रविचंद्र यांच्या क्रांतींचें साम्य होय. तो पात इष्टकालीं आहे किंवा नाहीं, व इष्टकालीं पात होऊन गेला किंवा पुढें होणार आहे, याविषयीं पूर्वाचार्यांच्या ग्रंथामध्यें भ्रमात्मक लिहिणें आहे. म्हणून पाताचें स्पष्ट साधन या प्रकरणामध्यें सांगतों.

चक्रे चक्रार्धे च व्ययनांशेर्कस्य गोलसंधिः स्यात् ।
एवं त्रिभे च नवभेऽयनसंधिर्व्ययनभागेऽस्य ॥ २ ॥

बारा राशींतून अयनांश वजा केले असतां सूर्याचा गोलसंधि होतो, व ६ राशींतून अयनांश वजा केले असतां सूर्याचा दुसरा गोलसंधि होतो. तसेंच तीन राशि व ९ राशि यांतून अयनांश वजा केले असतां सूर्यांचे अयनसंधि होतात.

उपपत्ति.

क्रांतिवृत्त व विषुववृत्त यांचे जे दोन संपात होतात. त्यांस सूर्याचे गोलसंधि ह्मणतात. तसेंच सूर्याची परम क्रांतिज्या दोन ठिकाणीं होते ह्मणजे दोन्ही संपातांपासून तीन राशी वरच्या बिंदूस सूर्याचे अयनसंधि ह्मणतात. ह्मणून त्यांचें अंतर रेवतीपासून काढण्याकरितां अयनांश वजा केले पाहिजेत हें उघड आहे. उदाहरण, ज्या वेळीं अयनांश ११ आहेत, त्या वेळीं ११।१९ व ५।१९ हे रवीचे गोलसंधि झाले, आणि २।१९

व ८।१९ हे अयनसंधि झाले. रवि गोलसंधीमध्यें असतां याची क्रांति शून्य असते. व अयनसंधीमध्यें रवि असतां त्याची परम क्रांति असते.

अयनांशोनितपातात् द्राः कोटिज्ये लघुज्यकोत्थे ये।
ते गुणसूर्यैरश्वैर्गुणिते भक्ते कृतैः सूर्यैः ॥ ३ ॥

अयनांशोनितपाते मृगकर्क्यादिस्थिते द्विषट्रामैः।
कोटिफलयुतविहीनैर्बाहुफलं भक्तमाप्तांशैः ॥ ४ ॥

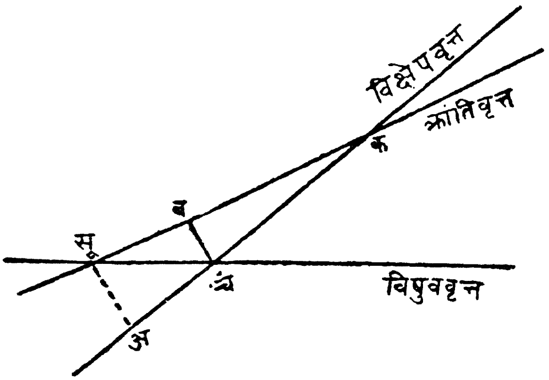
मेषादिस्थे गोलायनसंधी भास्करस्योनौ।
तौ चंद्रस्य स्यातां तुलादिषड्भस्थिते तु संयुक्तौ ॥ ५ ॥

गोलायनसंध्यंतं पदं विधोरत्र धीमता ज्ञेयम्।
रविगोलवदस्पष्टा स्पष्टा क्रांतिः स्वगोलदिक् शशिनः ॥६॥

ज्या वेळीं क्रांतिसाम्य अवलोकन करावयाचें असेल, त्या वेळीं स्फुट सूर्य, चंद्र आणि चंद्रपात हे तयार करावेत. नंतर पातांतून अयनांश वजा करून शेषाची दोर्ज्या व कोटिज्या ह्या १२० त्रिज्येच्या मानानें आणाव्या. नंतर दोर्ज्येला १२३ नीं गुणून ४ नीं भागिलें असतां भुजफलसंज्ञक येतें. तसेंच कोटिज्येला ७ नीं गुणून १२ नीं भागिलें असतां कोटिफलसंज्ञक येतें. पुढें अयनांशोनित पात हा मकरादि षट्कामध्यें किंवा कर्कादिषट्कामध्यें असेल त्या क्रमानें कोटिफल हें ३६२ मध्यें मिळवून किंवा वजा करून आलेल्या संख्येनें भुजफलास भागून जें लब्ध येईल, तें अयनांशोनितपात मेषादिषट्कामध्यें असतां सूर्याच्या गोलसंधींतून व अयनसंधींतून वजा केलें असतां चंद्राचे गोलसंधि व अयनसंधि येतात व अयनांशोनितपात हा तुलादिषट्कामध्यें असतां तें लब्ध सूर्याच्या गोलायनसंधीमध्यें मिळविलें असतां चंद्राचे गोलायनसंधि येतात. येथें गोलायनसंध्यंत पद समजावें ह्मणजे आद्यगोलसंधीपासून अयनसंधीपर्यंत प्रथम पद, अयनसंधीपासून द्वितीयगोलसंधीपर्यंत द्वितीय पद, अशींच तृतीय व चतुर्थ पदें समजावींत. तसेंच चंद्राच्या अस्फुटक्रांतीची दिशा रविगोलाप्रमाणें समजावी व चंद्राच्या स्पष्टक्रांतीची दिशा चंद्रगोलाप्रमाणेंच समजावी.

उपपत्ति.

येथें रवीच्या गोलायनसंधीहून निराळें चंद्राचें सांगण्याचें कारण असें आहे कीं, क्रांतिवृत्त व विषुववृत्त यांच्या संपाताचे ठिकाणीं रवीचा गोलसंधि असतो. विक्षेपवृत्त व विषुववृत्त यांच्या संपाताचे ठिकाणीं चंद्राचा गोलसंधि असतो. कारण चंद्र विक्षेपवृत्तामध्यें असतो. त्या ठिकाणीं त्याची स्पष्टक्रांति शून्य होते. व क्रांतिशून्य झाल्यापासून पुढें व मागें तीन राशींवर स्पष्ट परम क्रांति होते. ह्मणून चंद्राचे गोलायनसंधी पृथक् आणावयास सांगितलें आहे.



या आकृतीमध्यें सू हा सूर्यगोलसंधि व च हा चंद्रगोलसंधि आहे. आतां हें स्पष्ट आहे कीं, सूर्यगोलसंधीवरून चंद्रगोलसंधि काढावयाचा असल्यास क्रांतिवृत्तावरील सू ब हें अंतर काढिलें पाहिजे. सू ब अंतर समजल्यानें चंद्रगोलसंधि कळेल. करितां सू ब हें अंतर काढण्याचा प्रयत्न करूं.

रविगोलसंधीइतका चंद्र असतां ह्मणजे अ ठिकाणीं चंद्र असतां अ सू हा शर प्रथमतः काढूं. शरसाधनाकरितां चंद्रास पात मिळविला असतां अयनांशोनित पात होतो. येथें अयनांशोनित पातास पा असें नांव देऊन

$$\frac{\text{पादोर्ज्या}}{\text{इष्टशर}} = \frac{\text{१२० त्रिज्या}}{\text{२७० परमशर}}$$

$$\therefore \text{ इष्टशर} = \frac{\text{९ × पादोर्ज्या}}{\text{४}}$$

हा स्पष्ट करतांना "सत्रिराशिग्रहद्युज्यानिघ्नस्त्रिज्योद्धृत: शर:" या श्लोकांतील रीति घेऊन

$$\text{स्पष्टशर} = \frac{\text{९ × पादोर्ज्या × सत्रिराशिद्युज्या}}{\text{४ × त्रिज्या}}$$

येथें संपातीं चंद्र मानिल्यामुळें सायनचंद्र शून्य झाल्यामुळें सत्रिराशिग्रहद्युज्या ह्मणजे तीन राशींची द्युज्याच झाली. व ती १०९ आहे व त्रिज्या १२० आहे.

$$\therefore \text{ स्पष्टशर} = \frac{\text{९ × दोर्ज्या × १०९}}{\text{१२० × ४}}$$

येथें स्पष्टशराइतकीच चंद्राची स्फुटक्रांति असणार आहे; कारण संपातींच चंद्र असल्यामुळें अस्फुटक्रांतीचा अभाव झाला. आतां ही क्रांति किती अंश चंद्राची आहे हें जर समजेल तर सूब हें अंतर समजल्यासारखें होईल. करितां ते अंश काढूं.

$$\frac{\text{त्रिज्या}}{\text{परमक्रांतिज्या}} = \frac{\text{इष्टदोर्ज्या}}{\text{इष्टक्रांतिज्या}}$$

$$\therefore \text{ इष्टक्रांतिज्या} = \frac{\text{परमक्रां. × दोर्ज्या}}{\text{त्रिज्या}}$$

येथें इष्टअंश १५ यांचें खंड धरून त्याची दोर्ज्या ८९० यास परमक्रांतिज्या १३९७ हिनें गुणून त्रिज्येनें भागिलें असतां ३६११।३८ येतात. याचें चाप केलें असतां क्रांति ३६२ येते. तसेंच चंद्राचे १५ अंश मानून प्रथम शरखंड तयार केलें तर

$$\text{१५ अंशांची शरज्या} = \frac{\text{१५ ची दोर्ज्या × परमशर}}{\text{त्रिज्या}}$$

यावरून शर ६९।५४ येतो.

या जागीं ७० च धरूं.

वरील क्रांतीस शराचा संस्कार केला असतां स्पष्ट क्रांति होईल. परंतु तें शरखंड स्फुट पाहिजे. तें नेहमीं कोटिज्येवरून करितात.

$$\therefore \text{त्रिज्यातुल्य कोटिज्या} : ७० \text{ शरखंड} :: \text{पांची कोटिज्या}$$

$$\therefore \text{स्फुटशरखंड} = \frac{\text{कोटिज्या} \times ७०}{१२०}$$

$$\therefore \text{शरस्फुटखंड} = \frac{७ \times \text{कोटिज्या}}{१२}$$

$$\therefore \text{स्पष्टक्रांति} = ३६२ \text{ क्रांति} \pm \frac{७ \times \text{कोटिज्या}}{१२}$$

आतां इतकी क्रांति होण्यास

$$\text{जर } १५ \text{ अंश तर } \frac{९ \times \text{दोर्ज्या} \times १०९}{१२० \times ४}$$

इतकी क्रांति होण्यास किती ?

या त्रैराशिकावरून

$$\text{सु ब} = \frac{१५ \times ९ \times \text{दोर्ज्या} \times १०९}{१२० \times ४ \left(३६२ \pm \frac{७ \times \text{को.}}{१२} \right)}$$

$$\text{यथ } \frac{१५ \times ९ \times १०९}{१२०} = १२३ \text{ सुमारें}$$

$$\therefore \text{सू ब} = \frac{१२३ \times \text{दोर्ज्या}}{४\left(३६२ \pm \frac{७ \times \text{को.}}{१२}\right)}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

सायनसंधाविंदोः क्रांतिस्तत्कालभास्करक्रांतेः ।
ऊना यावत्तावत् क्रांत्योः साम्यं तयोर्नास्ति ॥ ७ ॥

ज्या दिवशीं ज्या वेळीं स्वकीय अयनसंधितुल्य चंद्र होईल, त्या वेळीं चंद्र व सूर्य यांच्या क्रांति तयार कराव्या. त्यांतील रविक्रांतीपेक्षां चंद्राची क्रांति कमी असल्यास क्रांतिसाम्य ह्मणजे पातसंभव नाहीं असें समजावें.

उपपत्ति.

स्वकीय अयनसंधितुल्य चंद्र असतां त्याची क्रांति परम असते. त्याच्यापुढें किंवा मागें जरी चंद्रास चालन देऊन क्रांति आणिली तरी ती सूर्यक्रांतीपेक्षां कमीच असणारी आहे. कारण त्या कालीं चंद्राची परमक्रांति हीच अगोदर सूर्यक्रांतीपेक्षां कमी आहे. ह्मणून क्रांतिसाम्य नाहीं हें उघड आहे.

व्यतिपातोऽयनभेदे गोलैकत्वेर्कचंद्रयोः क्रांत्योः ।
साम्ये वैधृत एकायनेऽन्यदिगपक्रमसमत्वे ॥ ८ ॥

रवि व चंद्र हे दोघे भिन्न अयनामध्यें असून एकाच गोलामध्यें ते दोघे असतील अशा वेळीं जें त्यांच्या क्रांतीचें साम्य होतें, त्यास व्यतिपातनामक योग म्हणतात. आणि रवि व चंद्र हे दोघे एकाच अयनामध्यें असून भिन्न गोलामध्यें ते दोघे असतील अशा वेळीं जें त्यांच्या क्रांतीचें साम्य होतें, त्यास वैधृतनामकयोग असें म्हणतात.

सायनरविशशियोगो भार्धं चक्रं यदा तदासन्नः ।
तत्संभवस्तदूनाधिकलिप्ता भुक्तियोगहृताः ॥ ९ ॥
लब्धदिनैरेष्यगतैस्तात्कालिकयोरपक्रमौ साध्यौ ।

ज्या वेळीं सायनरवि व सायनचंद्र यांची बेरीज केली असतां ६ राशि होतात, त्या वेळीं किंवा त्या वेळेच्या जवळ व्यतिपातसंज्ञक पाताचा संभव आहे असें समजावें. तसेंच त्यांची बेरीज १२ राशि होतात त्या वेळीं किंवा त्या वेळेच्या जवळ वैधृत संज्ञक पाताचा संभव आहे असें समजावें. इष्टकालीं सायनरवि व सायनचंद्र यांची बेरीज ६ सहा राशि किंवा १२ राशि यापेक्षां कमी किंवा अधिक असल्यास जितक्या कलांनीं न्यूनाधिक आहे हें पहावें. नंतर त्या न्यूनाधिककलांस रवि व चंद्र यांच्या गतियोगानें भागिलें असतां दिवस येतील. ते न्यूनकला असल्यास एष्य समजावेत व अधिक असल्यास गत समजावेत. ह्मणजे तितक्या दिवसांनीं रविचंद्रास चालन देऊन त्यांची बेरीज केली असतां ६ राशि किंवा १२ राशि होईल. ज्या वेळीं ६ राशि बेरीज होते त्यास चक्रार्धकाल म्हणतात व १२ राशि बेरीज होते त्यास चक्रकाल असें म्हणतात. चक्रार्धकालीं किंवा चक्रकालीं स्पष्ट रविचंद्रावरून त्यांच्या क्रांति आणाव्या.

उपपत्ति.

चक्रार्धकाल व चक्रकाल हे क्रांतिसाम्य पाहण्यास विशेष उपयोगाचे आहेत. कारण रवि व चंद्र यांची बेरीज ६ राशि किंवा १२ राशि झाली असतां, त्या वेळीं रवीचा भुज व चंद्राचा भुज तुल्य असणार आहे. व भुज तुल्य असल्यामुळें चंद्राची अस्फुटक्रांति व रवीची क्रांति ह्या तुल्य होणाऱ्या आहेत. फक्त स्पष्ट क्रांति शरानें अधिक किंवा कमी होणारी आहे. करितां हा चक्रार्धकाल व चक्रकाल हे क्रांतिसाम्याच्या उपयोगीं पडणारे आहेत असें झालें.

ओजपदेंदुक्रांतिर्महती सूर्यापमाल्लघुः समजा ॥ १० ॥
यदि भवति तदा ज्ञेयो यातः पातस्तदन्यथा गम्यः ।

विषमपदामध्यें चंद्र असून त्याची क्रांति सूर्याच्या क्रांतीपेक्षां मोठीं असेल तर गत पात समजावा. किंवा सम पदामध्यें चंद्र असून त्याची स्पष्ट क्रांति सूर्यक्रांतीपेक्षां लहान असेल तर, गत पात समजावा. याविपरीत स्थिति असल्यास गम्यपात म्हणजे पुढें होणारा पात आहे.

उपपत्ति.

विषमपदामध्यें ह्मणजे प्रथम व तृतीय पदांमध्यें चंद्र असतां गोलसंधीपासून जसा जसा चंद्र पुढें पुढें जात जाईल तशी तशी चंद्राची क्रांति वाढत जात असते. म्हणून इष्टकालीं सूर्याच्या क्रांतीपेक्षां विषमपदस्थ चंद्राची क्रांति अधिक असल्यास सूर्याच्या क्रांतीबरोबर चंद्राची क्रांति मागेंच होऊन गेली आहे असें झालें म्हणून त्या वेळीं गत पात होतो असें सांगितलेलें युक्त आहे. तसेंच समपदामध्यें म्हणजे द्वितीयचतुर्थपदामध्यें चंद्र असतां अयनसंधीपासून जसा जसा चंद्र पुढें पुढें जाईल तसी तसी चंद्राची क्रांति कमी कमी होत असते. ह्मणून इष्टकालीं सूर्याच्या क्रांतीपेक्षां समपदस्थ चंद्राची क्रांति कमी असल्यास सूर्यक्रांतीबरोबर चंद्राची क्रांति मागेंच होऊन गेली आहे हें उघड आहे. ह्मणून त्या वेळींही गतपात होतो असें सांगितलेलें युक्त आहे. याहून विपरीत स्थिति असल्यास गम्यपात आहे हें उघड आहे.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

तत्क्रांत्योरेकदिशोरंतरमैक्यं विभिन्नदिशोः ॥ ११ ॥
कार्यं व्यतिपाताख्ये तदन्यथा वैधृते प्रथम एवम् ।
गतगम्येष्टघटीभिः रवींदुपातान् प्रचाल्य साध्योन्यः ॥१२॥
आद्यान्यकाळयोरपि यदि गम्यं लक्षणं गतं यदि वा ।
आद्यान्ययोस्तदांतरमतोन्यथैक्यं च तेन हृताः ॥ १३ ॥

आद्यगुणा नाड्योऽसकृद्दिष्टाः स्पष्टाः स्युरेवमेतासु ।
चक्रार्धचक्रकालात् गतगम्यं पातमध्यमाद्यवशात् ॥ १४ ॥

चक्रार्धकालीं किंवा चक्रकालीं रवि चंद्र यांच्या स्पष्टक्रांति एकाच दिशेच्या असल्यास त्या दोघांच्या क्रांतींचें अंतर करावें,व भिन्न दिशेच्या असल्यास बेरीज करावी. याप्रमाणें व्यतिपातसंज्ञक क्रांतिसाम्यामध्यें केलें असतां प्रथमसंज्ञक होतो. वैधृतसंज्ञक पातामध्यें चंद्र व सूर्य यांच्या क्रांति एकाच दिशेच्या असल्यास त्या दोघांच्या क्रांतींची बेरीज करावी व भिन्न दिशेच्या असल्यास क्रात्यंतर करावें म्हणजे प्रथमसंज्ञक होतो. तसेंच चक्रार्धकाल किंवा चक्रकाल यापासून पुढें किंवा मागें कांहीं इष्टघटिका धरून त्या इष्टघटिकेचे रवि, चंद्र व पात हे चालनानें तयार करावेत. नंतर पूर्वीं प्रथमसंज्ञक आणिल्याप्रमाणेंच क्रात्यंतर किंवा क्रांति-योग करून अन्यसंज्ञक आणावा. आतां प्रथमसंज्ञकाचा काल व अन्यसंज्ञकाचा काल ह्या दोन्ही कालीं पाताचें गम्य लक्षण असल्यास किंवा दोन्हीकालीं पाताचें गत लक्षण असल्यास प्रथम संज्ञक व अन्यसंज्ञक यांचें अंतर करावें. व त्या दोन्ही कालांतील एका कालीं पाताचें गम्य लक्षण येऊन दुसऱ्याकालीं गत लक्षण येत असल्यास प्रथमसंज्ञक व अन्यसंज्ञक यांची बेरीज करावी. नंतर आलेल्या अंतरानें किंवा बेरजेनें कल्पिलेल्या इष्टघटिकांस भागून प्रथमसंज्ञकानें गुणिलें असतां पाताच्या स्पष्ट घटिका येतात. यावरून पुनः पूर्वोक्तक्रिया केली असतां त्याच घटिका आल्यास पाताच्या सूक्ष्म घटिका होतील, न आल्यास अंतर नाहींसें होईपर्यंत वारंवार उक्त क्रिया केली असतां सूक्ष्मकाल येईल. याप्रमाणें प्रथमसंज्ञकावरून आणिलेला काल पातमध्याचा होईल, व हा काल चक्रचक्रार्धकालापासून गतगम्य आहे.

उपपत्ति.

व्यतिपातसंज्ञकपातामध्यें सूर्य ज्या अहोरात्रवृत्तामध्यें असतो त्याच अहोरात्रवृत्तामध्यें चंद्र असणार आहे. व वैधृत-पातामध्यें विषुववृत्तापासून सारख्या अंतरावरच्या दोन्ही बाजूं-

च्या दोन अहोरात्रामध्यें सूर्य व चंद्र असणारे आहेत. इष्टकालीं त्या अहोरात्रवृत्तामध्यें ह्मणजे रविचंद्राच्या अहोरात्रवृत्तामध्यें अंतर किती हें क्रांत्यंतरानें किंवा क्रांतियोगानें समजाणारें आहे. अंतर केलें पाहिजे किंवा बेरीज केली पाहिजे हें समजण्याकरितां त्यांचीं अहोरात्रवृत्तें गोलावर बांधून पाहिलीं असतां स्पष्ट होईल. आतां पातकाल समजण्याकरितां प्रथम जें क्रांत्यंतर किंवा क्रांतियोग यास प्रथमसंज्ञक केलें आहे व दुसऱ्या वेळच्या क्रांत्यंतरास अन्यसंज्ञक केलें आहे. आतां पहिलें क्रांत्यंतर व दुसरें क्रांत्यंतर यामध्यें किती फरक झाला हें पाहून त्यावरून त्रैराशिकानें पातकाल आणिला. त्या फरकास फ हें नांव देऊन

फ : इष्टघटिका कल्पित :: प्रथमसंज्ञक

या त्रैराशिकावरून

$$\text{पातगम्यघटिका} = \frac{\text{प्रथम} \times \text{इष्टघटी}}{\text{फ}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

आतां एक उदाहरण सोडवून दाखवितों.

गोलाध्यायामध्यें " युक्तायनांशोंशशतं शशी चेत् " या श्लोकांतील उदाहरणामध्यें जर अयनांश ११ मानिले तर रवि २।९ ह्मणजे २ राशि ९ अंश, चंद्र २।२९ आणि पात ३।२१ हे तात्कालिक ग्रह आहेत. येथें रवि व चंद्र यांना अयनांश मिळवून बेरीज केली असतां ६ राशी होतात. ह्मणून व्यतिपातसंज्ञक पाताचा संभव आहे. रविगोलसंधि ११।१९ व रवीचा अयनसंधि २।१९, चंद्रगोलसंधि ११।८।३७।३२, चंद्रायनसंधि २।८।३७।३२ येथें चंद्र हा अयनसंधीच्या जवळ आहे. स्वायनसंधितुल्य चंद्र मानून त्याची स्पष्टक्रांति आणिली ती १४।१७ आहे. स्वायनसंधितुल्य चंद्र ज्या वेळीं झाला त्या वेळीं सूर्य २।७।२६ इतका आहे. याची क्रांति १४।१० येथें

रविक्रांतीपेक्षां चंद्रक्रांति अधिक असल्यामुळें क्रांतिसाम्य अवश्य आहे. धीवृद्धिदकर्ता लल्ल याच्या मतानें क्रांतिसाम्याभाव येतो. कारण त्याचें ह्मणणें असें आहे कीं, " सूर्यापमादोजपदोद्भवाच्चेद्युग्मादिजश्चंद्रमसो लघीयान् ॥ अपक्रमः स्यान्न तदास्ति पातः तदन्यथात्वेऽपमयोः समत्वम् " याचप्रमाणें माधवोक्त सिद्धांतचूडामणीमध्यें आहे. हें सांगणें युक्तिसिद्ध नाहीं हें गोलावरून स्पष्ट होईल. येथें चंद्र हा समपदामध्यें आहे व त्याची क्रांति १४।१६ व सूर्याची १३।२४ क्रांति येते. कारण तात्कालिक चंद्र २।२९ व रवि २।९ आहे. समपदांत चंद्र असून क्रांति कमी आहे ह्मणून गतपात आहे असें झालें. आतां क्रांत्यंतर ९२ हा प्रथमसंज्ञक झाला. इष्टघटिका ६० कल्पून त्याचें चालन देऊन रवि २।८ चंद्र २।१६ या रविचंद्रांवरून क्रांति आणिल्या. त्यांतील रविक्रांति उत्तर १४।१२ चंद्रक्रांति उत्तर १४०९ येथें " ओजपदेंदुक्रांतिर्महती सूर्यापमाल्लघुः समजा " या पद्धतीनें गत पात येतो. प्रथम वेळीं व दुसऱ्या वेळीं गतच पात येतो. दुसरें क्रांत्यंतर ३ हा अन्यसंज्ञक झाला. येथें प्रथमसंज्ञक व अन्यसंज्ञक यांचें अंतर ८९ यानें इष्ट घटिकांस गुणून प्रथमसंज्ञकानें भागून द्वितीय इष्टघटिका ६१ येतात. वारंवार हीच क्रिया करून स्थिर इष्टघटि ७० चक्रार्धकालाच्या पूर्वीं पातमध्य आला. हें उत्तर. याच पद्धतीनें गोलाध्यायांतील अन्य उदाहरणें सोडवितां येतील.

मानैक्यार्धं गुणितं स्पष्टघटीभिर्विभक्तमाद्येन ।
लब्धघटीभिर्मध्यादादिः प्रागग्रतश्च पातांतः ॥ १५ ॥

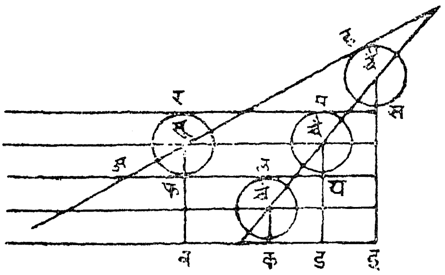
तात्कालिकैः पृथक् पृथगाद्यं प्राग्वत् प्रसाध्य तेन भजेत् ।
मानैक्यार्धेन हता असकृत् स्थित्यर्धनाडिकाः स्पष्टाः ॥१६॥

तावत्समत्वमेव क्रांत्योर्विवरं भवेद्यावत् ।
मानैक्यार्धादूनं साम्यात् बिंबैकदेशजक्रांत्योः ॥ १७ ॥

पातमध्यकालीं स्पष्ट रवि व चंद्र हे दोघे तयार करून त्यांचीं बिंबमानें ग्रहणाप्रमाणें आणावींत. आणि त्याचें मानैक्यखंड तयार करावें. त्या मानैक्यखंडास पूर्वीं आणिलेल्या स्पष्ट

पातघटिकांनीं गुणून प्रथमसंज्ञकानें भागून जें लब्ध येईल, तत्तुल्यघटिकांनीं पातमध्यापासून पाताचा आरंभ मागें, व पाताचा अंत पुढें आहे असें समजावें. हा जो काल आला त्या वेळीं पुनः पूर्वोक्त क्रिया करून प्रथमसंज्ञक तयार करून त्यानें मानैक्यखंड गुणित अशा पातारंभघटिकांस ह्मणजे स्थित्यर्ध घटिकांस भागिलें असतां असकृत् क्रियेनें पातस्थित्यर्थघटिका स्पष्ट येतात. रवि व चंद्र यांच्या क्रांतींचें अंतर जोंकालपर्यंत मानैक्यखंडापेक्षां कमी आहे, तोंपर्यंत क्रांतिसाम्यच मानितात. कारण बिंबाच्या एकदेशजक्रांतींचें साम्य त्या वेळीं असतें.

उपपत्ति.



या आकृतीमध्यें खालीं लिहिल्याप्रमाणें मानिलेलें आहे.

अ सू ह = क्रांतिवृत्त

ब क ड = विषुववृत्त

चं चं चं' = विक्षेपवृत्त

सू = सूर्यबिंबाचा मध्य

च चं' चं'' = चंद्रबिंबाचे मध्य

विषुववृत्तसमांतररेषा = अहोरात्रवृत्त

सू ब =सूर्याची क्रांति

चं क = चंद्रक्रांति

चं ड = दुसऱ्या चंद्राची क्रांति

चं' इ = तिसरी चंद्राची क्रांति

आतां आकृतीवरून स्पष्ट दिसेल कीं सू ह्या स्थळीं सूर्य व चं या स्थळीं चंद्र असतां सू ब = चं ड ह्या क्रांति समान असल्यामुळें तेथें पातमध्य होईल. चं ह्या ठिकाणीं चंद्र असतां बिंबैकदेशजक्रांति फ ब आणि ल क ह्याबरोबर असल्यामुळें येथें पातारंभ होईल आणि चं'' ह्या ठिकाणीं चंद्र असतां पातांत होईल. पातारंभकालीं व पातांतकालीं रवि व चंद्र यांच्या बिंबमध्यांच्या क्रांतींचें अंतर मानैक्यखंडाइतकें आहे. ह्मणून चं या स्थळीं चंद्र आल्यापासून चं'' ह्या स्थळीं चंद्र येईपर्यंत बिंबैकदेशजक्रांतींचें साम्य असल्यामुळें क्रांतिसाम्य होय.

आद्यसंज्ञक क्रांत्यंतर : इष्टघटिका :: मानैक्यखंड इतकें क्रांत्यंतर

या त्रैराशिकावरून

$$\text{पातस्थित्यर्धघटिका} = \frac{\text{इष्टघटी} \times \text{मानैक्यखंड}}{\text{प्रथमसंज्ञक}}$$

ह्मणून इष्टसिद्धि झाली.

स्वायनसंधाविंदोः क्रांतिस्तत्कालभास्करक्रांतेः ।
ऊना तयोस्तु विवरं मानैक्यार्धाद्यदाल्पकं भवति ॥ १८ ॥
ज्ञेयं तदैव मध्यं पातस्यापक्रमांतरं चाद्यः ।
तस्मादिष्टघटीभिः प्राक्पश्चाच्चापरौ साध्यौ ॥ १९ ॥
आद्यान्यांतरभक्तं मानैक्यार्धाद्ययोस्तदा विवरम् ।
इष्टघटीभिः क्षुण्णं स्थित्यर्धे स्तः पृथक् पृथक् स्पष्टे ॥ २० ॥

मागें स्वकीय अयनसंधीमध्यें चंद्र असतां त्याची क्रांति तत्काल सूर्याच्या क्रांतीहून कमी असल्यास पाताचा अभाव होतो असें सांगितलें आहे. येथें त्याचा अपवाद सांगतों. वरील स्थितीमध्यें क्रांत्यंतर मानैक्यखंडापेक्षां कमी असल्यास पात अवश्य आहे असें समजावें. ज्या वेळीं चंद्र स्वकीय अयनसंधीमध्यें प्राप्त

होतो त्याच वेळीं पातमध्य आहे असें समजावें. त्या वेळीं जें क्रांत्यंतर असेल त्यास आद्यसंज्ञा द्यावी. नंतर त्या पातमध्यकालाच्यापुढें व मागें कांहीं इष्टघटिका धरून त्याचें चालन रविचंद्रांस देऊन त्यांपासून क्रांत्यंतरें पृथक् आणावीं आणि त्यांस अन्यसंज्ञा द्यावी, नंतर मानैक्य-खंड व आद्यसंज्ञक यांच्या अंतरास कल्पित इष्टघटिकांनीं गुणून आलेल्या गुणाकारास आद्यसंज्ञक व अन्यसंज्ञक यांच्या अंत-रानें भागिलें असतां पातस्थित्यर्धघटिका येतील. दुसऱ्या अन्यसंज्ञकावरून दुसऱ्या स्थित्यर्धघटिका येतील. हीच क्रिया वारंवार करून पातस्थित्यर्ध घटिका स्पष्ट आणाव्या.

उपपत्ति.

स्वकीय अयनसंधीमध्यें चंद्र असतां त्या वेळचें क्रांत्यंतर मानैक्यखंडापेक्षां कमी असल्यास बिंबैकदेशजक्रांतीचें साम्य असल्यामुळें पात आहे हें उघड आहे.

$$\text{क्रांत्यंतर} : \text{इष्टघटिका} :: \left(\begin{array}{c}\text{मानैक्यखंड} \\ -\text{आद्य}\end{array}\right)$$

या त्रैराशिकावरून

$$\text{स्थित्यर्धघटि} = \frac{\text{इष्टघटि} \times (\text{मानै.}-\text{आद्य})}{\text{क्रांत्यंतर}}$$

येथें (मानैक्यखंड—आद्य) असें घेण्याचें कारण एवढेंच कीं, चंद्राहोरात्र व अयनांत यांचें अंतर (मानैक्यखंड—आद्य) एवढें असतें.

म्हणून इष्टसिद्धि झाली.

पातस्थितिकालांतर्मंगलकृत्यं न शस्यते तज्ज्ञैः।
स्नानजपहोमदानादिकमत्रोपैति खलु वृद्धिम् ॥ २१ ॥

पातारंभकालापासून पातांतकालापर्यंत मौंजीबंधन, विवाह इत्यादि शुभकार्यें करूं नये असें विद्वान् लोकांनीं सांगितलें आहे. मात्र या कालामध्यें स्नान, जप, दान, होम इत्यादि पुण्यकारक कृत्यें केलीं असतां पुण्यवृद्धि होते, असें समजावें.

याप्रमाणें पाताधिकाराचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

याप्रमाणें श्रीमत्भास्कराचार्यकृतगणिताध्यायाचें सोपपत्तिक भाषांतर समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीगोपालकृष्णार्पितमस्तु ॥

भुजज्याकोष्टकमिदं त्रिज्या ३४३८.			
अंश	भुजज्या	अंश	भुजज्या
०	०००·०००	११	६५६·६३८
१	५८·४४६	१२	७१५·१०४
२	११६·८९२	१३	७७३·५५०
३	१७८·७७६	१४	८३१·९९६
४	२४०·६६०	१५	८९०·४४२
५	२९९·१०६	१६	९४८·८८८
६	३५०·९९०	१७	१००३·८९६
७	४१९·४३६	१८	१०६२·३४२
८	४७७·८८२	१९	११२०·७८८
९	५३६·३२८	२०	११७५·७९६
१०	५९२·२१२	२१	१२३०·८०४

अंश	भुजज्या	अंश	भुजज्या
२२	१२८९·२५०	३५	१९७३·४१२
२३	१३४४·२५८	३६	२०२१·५४४
२४	१३९९·२६६	३७	२०६९·८७६
२५	१४५५·२७४	३८	२११७·८०८
२६	१५०५·८४४	३९	२१६२·५०२
२७	१५६०·८५२	४०	२२१०·७३४
२८	१६१५·८६०	४१	२२५५·३२८
२९	१६६७·४३०	४२	२३००·०२२
३०	१७१९·०००	४३	२३४५·७१६
३१	१७७७·५७०	४४	२३८९·४१०
३२	१८२२·१४०	४५	२३२९·६६६
३३	१८७३·७१०	४६	२४७१·९२२
३४	१९२५·२८०	४७	२५१३·२१८

अंश	भुजज्या	अंश	भुजज्या
४८	२५५४·४३४	६१	३००८·२५०
४९	२५९५·६९०	६२	३०३५ ७५४
५०	२६३३·५०८	६३	३०५३·२५८
५१	२६३१·३२६	६४	३०९०·७६२
५२	२७०९·१४४	६५	३११४·८२८
५३	२७४६·९६२	६६	३१४२·३३२
५४	२७८१·३४२	६७	३१६६·३९८
५५	२८१५·७२२	६८	३१८७·०२६
५६	२८४९·८०२	६९	३२११·०९२
५७	२८८४·४८२	७०	३२३१·७२०
५८	२९१५·४२४	७१	३२५२·३४८
५९	२९४६·३६६	७२	३२६९ ५३८
६०	२९७७·३००	७३	३२८६·७२०

अंश	भुजज्या	अंश	भुजज्या
७४	३३३०.९१८	८५	३४२४·२४८
७५	३३२१·१०८	८६	३४३१·१२४
७६	३३३४·८६०	८७	३४३१·५६२
७७	३३४८·६१२	८८	३४३४·५६२१
७८	३३६२·३६४	८९	३४३८·०००१
७९	३३७६·११६	९०	३४३८·०००
८०	३३८६·४३०		
८१	३३९६·७४४		
८२	३४०३·६२०		
८३	३४१३·९३४		
८४	३४२०·८१०		

विनायकशास्त्रीखानापूरकर-कृतमिदं भुजक्रमज्याकोष्टकं संपूर्णम् ॥ शुभं भवतु ॥

॥ कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु ॥

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

पंचांगसाधनप्रकार.

नाटिकलआलमानॉकवरून

ज्या स्थळचें पंचांग तयार करावयाचें त्या स्थळचे प्रथमतः अक्षांश व रेखांश (ग्रिन्वीचपासून) घ्यावेत. उदाहरणार्थ—

		° '
उज्जयनीचे	अक्षांश	२३–९
		h. m. s.
... ...	रेखांश	५–२–४१
		° '
मुंबईचे	अक्षांश	१८–५४
		h. m. s.
... ...	रेखांश	४–५१–१३
		° '
पुण्याचे	अक्षांश	१८–३०
		h. m. s.
... ...	रेखांश	४–५५–३०
		° '
मद्रासचे	अक्षांश	१३–४
		h. m. s.
... ...	रेखांश	५–२०–५९

---

(२) नाटिकलमध्यें प्रत्येक महिन्याच्या तिसऱ्या पृष्ठामध्यें सूर्याची लॉंगिट्यूड (भोग) ग्रिन्वीच दिवसां बारा वाजतांची प्रत्येक तारखेची दिली असते.

चंद्राची लॉंजिट्यूड प्रत्येक तारखेच्या दिवसां बारा वाजतांची व रात्रीच्या बारा वाजतांची दिली असतें, ती प्रत्येक महिन्याच्या चवथ्या पृष्ठावर दिलेली असते.

त्यामधून इष्ट तारखेचे रवि चंद्र घ्यावेत आणि दोन दिवसांच्या रविचंद्रांवरून प्रत्येकाची दिनगति काढावी. गणित सूक्ष्म होण्याकरितां चंद्राची गति बारा तासांची काढावी हें

उत्तम. नंतर त्या गतीवरून व रेखांशावरून इष्ट स्थळचे इष्ट-कालीन ग्रह करावेत.

(३) पटवर्धनी पंचांगांत व सायन पंचांगांत उन्मंडलस्थ सूर्याच्यासंबंधानें गणित केलेलें आहे व असें करण्यानें पंचांगाचें काम सोयीचें होतें. यांतील तिथींस चर संस्कार केल्यानें सूर्योदयींच्या तिथि होतात.

(४) इष्ट तारखेच्या स्पष्टसूर्योदयकालीन रविचंद्र स्पष्ट मागें सांगितल्याप्रमाणें करून चंद्रामध्यें सूर्य वजा करून बाकी जी अंशात्मक राहील तीस १२ या संख्येनें भागावें. भागून पहिला जो भाग बसेल त्यास गततिथि असें ह्मणतात आणि शेष जें राहील, तें १२ अंशांत वजा करावें, वजा करून जी बाकी राहील, तीस वर्तमानतिथीचें भोग्य ह्मणतात. नंतर "रवि-चंद्रांच्या गत्यंतरास जर ६० घटिका लागतात तर तिथीचे भोग्यास किती ?" या त्रैराशिकावरून सूर्योदयकालीं वर्तमान तिथीच्या भोग्य घटका पळें येतील. याप्रमाणें पंचांगांतील सर्व तिथी तयार होतात.

तिथींचें उदाहरण.

सन १८८९ जानेवारी तारीख १७ या दिवशीं उज्जयनींचे उन्मंडलस्थ सूर्योदयाची तिथि काढणें. नाटिकलवरून जानेवारी १७ तारखेच्या ग्रिन्वीच १२ वाजतांचा रवि २९७°।३८′।३१″-१ व रवीची दिनगति १°।१′।४″ व चंद्र १२०°।३९′।४३″ चंद्रगति १२°।११′।४″ या रविचंद्रांस, रेखांतर ५h।२m।४१s व दिनगति यावरून उज्जयनीच्या उन्मंडलस्थसूर्योदयकालीं संस्कार करून आणलेले रवि २९७°।१०′।२४″ व चंद्र ११४°।५९′।१६·१″

आतां चंद्रांत रवि वजा करून बाकी ५रा।२७°।४८′।५२′ याचे अंश १७७।४८।५२ यांस १२ नीं भागून लब्धि १४ आली.

ह्या गततिथी झाल्या व वर्तमानतिथी पौर्णिमा आहे असें झालें व शेष ९।४८।५२ हें १२ अंशांतून वजा करून तिथिभोग्य २।११।८ इतके आले. आतां चंद्रगति १२।१७।४ यांतून सूर्याची गति वजा करून बाकी गत्यंतर ११।१५।५९·७ नंतर

गत्यंतर		घ.		तिथिभोग्य
११।१५।५९·७	:	६०	::	२।११।८

यावरून तिथीच्या एष्य घ. ११ प. ३८ ह्मणून तारीख १७ जानेवारीस पौर्णिमा. घ. ११ प. ३८ पर्यंत आहे.

---

(५) चंद्राचा ८०० कलाभोग झाला ह्मणजे एक नक्षत्र होतें.

∴ कला : नक्षत्र :: चंद्र-

८०० : १ :: कला

यावरून स्पष्ट चंद्राच्या कला करून त्यास ८०० नीं भागिलें. आतां जी लब्धि येईल तीं गतनक्षत्रें होतील व जें शेष उरेल तें ८०० कलांमध्यें वजा करून बाकी जी राहील तीस नक्षत्र-भोग्य असें ह्मणतात. नंतर

चंद्रगति : घ. ६० : : नक्षत्रभोग्य

या त्रैराशिकावरून वर्तमान नक्षत्राच्या एष्य घटिका व पळें येतील.

नक्षत्राचें उदाहरण.

स्पष्ट चंद्र ११४।५९।१६ व चंद्रगति १२।१७।४ आतां स्पष्ट चंद्राच्या कला ६८९९।१६ इतक्या झाल्या यांस ८०० या संख्येनें भागून लब्धि ८ आली, हीं गतनक्षत्रें झालीं व वर्तमान नक्षत्र ९ वें आहे. व शेष ४९९।१६ इतकें राहिलें हें ८०० मध्यें वजा करून बाकी ३००।४४ राहिल्या.

चंद्रग.		घ.		नक्षत्रभोग्य
१२°।१७'।४"	:	६०	: :	३००'।५४"

यावरून नक्षत्राच्या एष्य घ. २४ प. २८ येतात ∴ तारीख १७ ला नक्षत्र आश्लेषा घ. २४ प. २८ पर्यंत आहे असें झालें. हें सायन नक्षत्र झालें.

---

(६) रविचंद्रांची बेरीज करून तिच्या कला कराव्या आणि त्या कलेस ८०० या संख्येनें भागिलें असतां जो भागाकार येईल ते गतयोग होतील आणि शेष जें राहील तें ८०० मधून वजा केलें असतां जी बाकी राहील ती वर्तमान योगाचें भोग्य होईल.

नतर रविगतीमध्यें चंद्राची दिनगति मिळवावी ह्मणजे गतिसंकलन होईल. आणि

गतिसंकलन : ६० घ. : : योगभोग्य

या त्रैराशिकानें वर्तमान योगाचीं भोग्य घटी पळें येतील.

---

(७) तिथीच्या अर्धास करण ह्मणतात.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

वेधप्रकरण.

(१) घड्याळ मध्यम मानानें चालतें. मध्यमसूर्य याम्योत्तरावर आला ह्मणजे घड्याळांत बरोबर १२ वाजले पाहिजेत. व यासच मीन नून (मध्यम दोन प्रहर) झाली असें ह्मणतात. स्पष्ट सूर्य याम्योत्तरावर आला ह्मणजे त्यास अपेरेंट नून (स्पष्ट दोन प्रहर) असें ह्मणतात. संपात (फर्स्ट पॉइंट ऑफ् एरिज) याम्योत्तरावर आला ह्मणजे नाक्षत्र घड्याळामध्यें $0^h.0^m.0^s.$ इतके वाजतात.

(२) मध्यम सूर्याच्या एका प्रदक्षिणेस २४ तास लागतात. व प्रत्येक ताऱ्याच्या एका प्रदक्षिणेस २३ तास, ५६ मिनिटें, ४ सेकंद लागतात; कारण सूर्य एका दिवसांत सुमारें एक अंश पुढें जातो.

व ३६०° : २४ तास : : १° = ४ मि.

∴ २४ तासांत नाक्षत्रकाल व मध्यमकाल यांच्यामध्यें ४ मिनिटांचें अंतर पडतें व एका तासांत १० सेकंदांचें अंतर पडतें.

(३) नाविक पंचांगामध्यें प्रत्येक महिन्याच्या दुसऱ्या पृष्ठामध्यें सायडेरियल्टाईम (नाक्षत्रकाल) चें कोष्टक दिलें असतें; त्या कोष्टकावरून आपल्यास कळतें कीं, ग्रिन्वीचमध्यें बारा वाजले असतां त्या वेळीं ग्रिन्वीचच्या मिरीडियन्पासून (याम्योत्तरपासून) संपात किती दूर आहे.

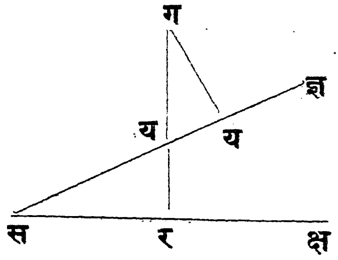
(४) कलम २' वरून सहज लक्षांत येईल कीं, मध्यमकालाचा नाक्षत्रकाल करणें झाल्यास दर तासास १० सेकंदप्रमाणें गति मध्यमकालांत मिळवावी, आणि नाक्षत्रकालाचा

मध्यमकाल करणें झाल्यास, दर तासास १० सेकंदप्रमाणें गति नाक्षत्रकालांत वजा करावी.

(५) ग्रिन्वीच येथील १२ वाजतांची सायडेरियल्-टाइमवरून इष्ट स्थळच्या बारा वाजतांची सायडेरियल्टाइम करणें झाल्यास " एक तासास जर १० सेकंद तर इष्ट स्थळच्या रेखांतरास किती " या त्रैराशिकानें जे सेकंद येतील ते पूर्व रेखांतर असल्यास ग्रिन्वीच सायडेरियल्टाइममधून वजा करावेत, आणि पश्चिम रेखांतर असल्यास ग्रिन्वीच सायडेरियल् टाइममध्यें मिळवावेत.

(६) इष्ट स्थळचा नाक्षत्रकाल बारा वाजतांचा समजल्यावर अन्य कोणत्याही वेळचा नक्षत्रकाल करावयाचा असल्यास जितक्या तासांचा करावयाचा असेल तितके तास बाराच्या पुढचे असल्यास मिळवून दर तासास १० सेकंदप्रमाणें गति मिळवावी. आणि बाराच्या पूर्वीचे असल्यास तितके तास वजा करून दर तासास १० सेकंदप्रमाणें गति वजा करावी. याप्रमाणें नाक्षत्रकाल काढण्यानें इष्टस्थळीं इष्टकालीं संपात याम्योत्तरापासून किती दूर आहे हें समजतें.

(७) ग्रहादिकांचे विषुवांशादिक स्पष्ट समजण्याकरितां आकृति काढून स्पष्टीकरण खालीं केलें आहे.



या आकृतीमध्यें स क्ष हें विषुववृत्त आहे व स ज्ञ हें क्रांतिवृत्त काढलेलें आहे. ग हें ग्रहादिखस्थपदार्थाचें स्थळ, ग म

हा स्पष्टशर (लॅटिट्यूड) आहे. स म हें खस्थपदार्थाचे स्पष्ट भोग (लाँजिट्यूड); स र हे खस्थाचे विषुवांश (राइट असेन्शन); आणि ज्ञ स क्ष ह्मास परमक्रांति (ऑब्लिक्विटी) ह्मणतात. व ग र = क्रांति (डेक्लिनेशन).

(८) इष्ट वेळेच्या नाक्षत्रकालापेक्षा खस्थपदार्थाचे विषुवांश अधिक असल्यास तो खस्थपदार्थ पूर्व गोलार्धांत आहे असें समजावें, आणि त्या वेळीं त्याचा कालकोन (अवर अँगल) काढणें झाल्यास खस्थपदार्थाच्या विषुवांशांतून इष्ट वेळेचा नाक्षत्रकाल वजा करावा. इष्ट वेळेच्या नाक्षत्रकालापेक्षां खस्थपदार्थाचे विषुवांश कमी असल्यास तो खस्थ पदार्थ पश्चिम गोलार्धामध्यें आहे असें समजावें. आणि त्या वेळीं त्याचा कालकोन काढणें झाल्यास नाक्षत्रकालांतून विषुवांश वजा करावेत.

(९) ज्या वेळेस खस्थपदार्थाचे विषुवांश व नाक्षत्रकाल समान होतील त्या वेळेस तो याम्योत्तरावर येतो. करितां ज्या खस्थपदार्थाचा माध्यान्हकाळ काढावयाचा असेल त्याचे विषुवांश त्या दिवशीं बारा वाजतां किती आहेत हें पहावें आणि त्याच दिवसाचा बारा वाजतांचा नाक्षत्रकाल काढावा. नंतर विषुवांशांतून नाक्षत्रकाल वजा करावा ह्मणजे सुमाराचा मध्यान्हकाळ येईल. याप्रमाणें आलेल्या काळीं पुनः खस्थपदार्थाचे विषुवांश व नाक्षत्रकाल काढावा. नंतर विषुवांशांतून नाक्षत्रकाल वजा करावा; आणि वरील सांगितलेली पद्धति, विषुवांश व नाक्षत्रकाल यांच्यामध्यें अंतर शून्य होईपर्यंत करावी ह्मणजे स्पष्ट माध्यान्हकाळ येईल.

(१०) खस्थपदार्थाचा याम्योत्तरवृत्तावर येण्याचा काल समजल्यावर त्या वेळीं त्याचे उन्नतांश (अल्टिट्यूड) किती आहेत हें काढावयाचें.

(१) खस्थपदार्थाची क्रांति (डेक्लिनेशन) दक्षिण असल्यास

क्रांति + अक्षांश = नतांश = झेनिथ्‌डिस्टन्स.

∴ ९० — क्रांति — अक्षांश = उन्नतांश.

(२) खस्थपदार्थाची क्रांति उत्तर असून ती अक्षाशापेक्षां कमी असेल तर,

अक्षांश − क्रांति = नतांश

∴ ९० − अक्षांश + क्रांति = उन्नतांश

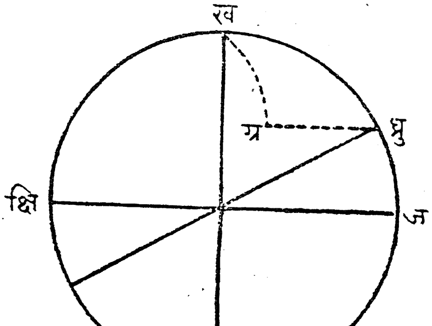
(३) खस्थपदार्थाची क्रांति उत्तर असून ती अक्षांशापेक्षां जास्त असेल तर

क्रांति − अक्षांश = नतांश

∴ ९० − क्रांति + अक्षांश = उन्नतांश

(४) वरील तीन कलमांपैकीं (१) व (२)मधलिं उन्नतांश दक्षिणेकडील समजावेत, व (३) मधील उत्तरेकडील समजावेत.

(११) क्रांति, कालकोन आणि अक्षांश हे समजले असतां नतांश व उन्नतांश काढणें.



या आकृतीमध्यें **ग्र** हें खस्थपदार्थाचें स्थान; **ख** हें खस्वस्तिक (झेनिथ्); **ध्रु** हें ध्रुवस्थान आणि **क्षि ज** हें क्षितिज आहे असें समजा.

∴ **ध्रु ज** = अक्षांश (लॅटिट्यूड)

ख ध्रु = लंबांश (कोलॅटिट्यूड)

ख ग्र = नतांश (झेनिथ् डिस्टन्स)

ग्र ध्रु = ध्रुवांतर (पोलर डिस्टन्स)

$\angle$ ख ध्रु ग्र = कालकोन (अवरअँगल)

$\therefore$ कोभुजज्यानतांश = कोभुजज्या कालकोन × भु. लंबांश × भु. ध्रुवांतर + को. भु. लंबांश × को. भु. ध्रुवांतर.

या सारणीनें नतांश समजतील. व ९० − नतांश = उन्नतांश.

---

(१२) नतांश, क्रांति व कालकोन यावरून समकोन (आजिमथ्) काढणें.

कलम ११ च्या आकृतीमध्यें ग्र ख ध्रु हा समकोन आहे. व ९० — ध्रुवांतर = क्रांति

$$\therefore \frac{\text{भुजज्या नतांश}}{\text{भु. कालकोन}} = \frac{\text{भु. ध्रुवांतर}}{\text{भु. समकोन}}$$

$$\therefore \text{भु. समकोन} = \frac{\text{भु. कालकोन} \times \text{भु. ध्रुवांतर}}{\text{भु. नतांश}}$$

(१३) कोणत्याही वेळीं खस्थ पदार्थाचा वेध करून त्याचे उन्नतांश व समकोन पाहून त्यावरून कालकोन, नाक्षत्रकाल व घड्याळांत किती वाजले आहेत हें काढणें.

(१) नाविकपंचांगावरून इष्टदिवसाची वेध केलेल्या खस्थपदार्थाची क्रांति घ्यावी, नंतर

९०—क्रांति = ध्रुवांतर काढावें. व

$$\frac{\text{भु. ध्रुवांतर}}{\text{भु. समकोन}} = \frac{\text{भु. नतांश}}{\text{भु. कालकोन}}$$

$$\therefore \text{भु. कालकोन} = \frac{\text{भु. समकोन} \times \text{भु. नतांश}}{\text{भु. ध्रुवांतर}}$$

या सारणीवरून कालकोन समजेल.

(२) नाविक पंचांगावरून वेध केलेल्या खस्थ पदार्थांचे विषुवांश घ्यावेत आणि खस्थ पदार्थ पश्चिम गोलार्धांत असेल तर विषुवांशामध्यें कालकोन मिळवावा आणि पश्चिम गोलीं वजा करावा ह्मणजे इष्ट कालचा नाक्षत्रकाल (सायडेरियल टाइम) होतो.

(३) कलम (५) मध्यें सांगितल्याप्रमाणें इष्ट दिवसाच्या बारा वाजतांचा नाक्षत्रकाल आणावा, नंतर पूर्वी आणलेल्या इष्टकालचा नाक्षत्रकाल व बारा वाजतांचा नाक्षत्रकाल यांचें अंतर करून त्याचा मध्यमकाल (मीनटाइम) करावा ह्मणजे घड्याळामध्यें वाजलें किती हें समजेल.

---

(१४) समकोन (अजिमथ्) न मोजतां केवळ उन्नतांश मापून त्यावरून घड्याळाची चूक काढणें.

प्रथम नाटिकलअल्मानाकवरून खस्थपदार्थाची क्रांति समजेल, नंतर ९० अंशांतून क्रांति वजा केली असतां ध्रुवांतर समजेल, आणि अक्षांशावरून लंबांश (कोलॅटिट्यूड) काढतां येतील, नंतर नतांश, लंबांश, व ध्रुवांतर या तीन बाजूंवरून कालकोन काढावा तो असा—

$$\text{को. भु. कालकोन} = \frac{\text{कोभु. नतांश} - \text{कोभु. लंबांश} \times \text{कोभु. ध्रुवांतर}}{\text{भु. लंबांश} \times \text{भु. ध्रुवांतर}}$$

$$\therefore \text{को. भु. कालकोन} = \frac{\text{भु. उन्नतांश} - \text{भु. अक्षांश} \times \text{भु. क्रांति}}{\text{को. अक्षांश} \times \text{को. क्रांति}}$$

यावरून कालकोन काढल्यानंतर नाविकपंचांगावरून वेध केलेल्या खस्थ पदार्थाचे विषुवांश काढावेत. नंतर कालकोन व विषुवांश यांपासून (कलम १३) मध्यें सांगितल्याप्रमाणें घड्याळांत किती वाजले तें काढावें ह्मणजे घड्याळाची चूक समजेल.

---

(१५) कालकोन काढण्याची दुसरी रीतिः—

$$\text{भुजज्या}\ \frac{\text{कालकोन}}{२} = \sqrt{\frac{\text{को. भु. स} \times \text{भु. (स—अ)}}{\text{को. भु.}\ \phi \times \text{भु. ड}}}$$

$$\text{या सारणमिध्यें स} = \frac{\phi + \text{ड} + \text{अ}}{}$$

ϕ = अक्षांश; ड = ध्रुवांतर; आणि

अ = उन्नतांश; असें समजावें. (गा. फे. अ. क. २११)

(१६) सूर्य क्षितिजावर असतां त्या वेळचा कालकोन (दिनार्ध) काढणें.

कोभुजज्या कालकोन = स्पर्शरेषा क्रांति × स्पर्शरेषा अक्षांश (गा. क. २१७)

(१७) ध्रुव, पूर्वबिंदु आणि पश्चिमबिंदु या बिंदूंतून जाणाऱ्या महावृत्तावर, क्षितिजापासून सूर्यादिकांस येण्यास जो काल लागतो त्यास **चर** ह्मणतात.

भु. **चर** = स्पर्शरे. क्रांति × स्प. रे. अक्षांश.

(१८) खस्थ पदार्थांच्या उदयास्तकालीं त्यांचा समकोन काढणें.

को. भु. समकोन = भु. क्रांति × छेदनरेषा अक्षांश (गा. क. २२०)

(१९) उन्नतांशावरून सूर्याचा समकोन काढणें.

$$\text{को. भु. अ} = \frac{\text{भु. ड—को भु. न} \times \text{भु.}}{\text{भु. न} \times \text{कोभु}} \quad \text{अथवा}$$

$$\text{भु.}\ \frac{\text{अ}}{२}\ \sqrt{\frac{\text{कोभु.}\ \frac{१}{२}(\ +\text{न}+\text{ड}) \times \text{भु.}\ \frac{१}{२}(\ -\ \text{न}-\text{ड})}{\text{कोभु.}\quad \text{भु. न}}}$$

वरील सारण्यामध्यें **अ** = समकोन;

ड = क्रांति; **न** = नतांश; ϕ = अक्षांश; (गा. क. २३१)

(२०) कालकोनावरून सूर्याचा समकोन काढणें.

$$\text{को.स्पर्शरे. समकोन} = \frac{\text{स्प. रे. ड} \times \text{कोभु.}\ \phi - \text{कोभु. क}}{\text{भु. क}}$$

अथवा हीच सारणी लागरथमानें सुलभ गणित होण्याकारितां

$$\text{स्पर्श रे. क्ष} = \text{को. स्प. रे. ड} \times \text{कोभु. क}$$

अशी कल्पना करून

$$\text{को. स्प. रे. समकोन} = \frac{\text{को. स्प. रे. क. कोभु}\ (\text{क्ष} + \phi)}{\text{भु. क्ष}}$$

या सारण्यामध्यें **ड** = क्रांति; ϕ = अक्षांश;

क = कालकोन; असें समजावें.

(ही सारणी गाडफ्रेच्या अॅस्ट्रॉनमीमध्यें कलम २३२ पहा.)

---

(२१) ग्रहादिकांच्या वेधानें अक्षांश काढणें. (पहिली रीति) ज्या ताऱ्याचें अहोरात्रवृत्त (पॅरॅलल सर्कल) स्वक्षितिजाचे वरच संपूर्ण निघतें, अशा ताऱ्याचे परमोन्नत कालीं यंत्रानें उन्नतांश मोजावे आणि पुनः त्याच ताऱ्याचे उन्नतांश, बारा तास गेल्याबरोबर परमनतकालीं मोजावे, (ह्मणजे एकाच दिवशीं बारा तासांचे अंतरानें याम्योत्तरस्थ एका ताऱ्याचे दोन वेध घेऊन उन्नतांश मापावे); नंतर आलेल्या उन्नतांशांची बेरीज करून अर्ध केले ह्मणजे अक्षांश येतील.

(दुसरी रीति) ज्या खस्थपदार्थाची क्रांति माहीत आहे अशा खस्थपदार्थानें याम्योत्तरवृत्तस्थउन्नतांश मोजावे. आणि तो खस्थपदार्थ विषुववृत्त व खमध्य यांच्या मध्यवर्ती असेल तर, उन्नतांशावरून नतांश काढावे आणि नतांशामध्यें

क्रांति मिळविली ह्मणजे अक्षांश येतात. आणि खस्थपदार्थाची क्रांति दक्षिण असेल तर, नतांशांतून क्रांति वजा केली ह्मणजे अक्षांश होतात आणि खस्थपदार्थ खमध्य व ध्रुव यांच्या मध्यवर्ती असेल तर, क्रांतींतून नतांश वजा केले असतां अक्षांश येतात आणि खस्थपदार्थ ध्रुव व क्षितिज यांच्या मध्यवर्ती असेल तर, उन्नतांशांमध्यें ध्रुवांतर मिळविलें असतां अक्षांश येतात.

(तिसरी रीति) ज्या खस्थपदार्थाची क्रांति माहीत आहे अशा ग्रहादिकाचे नतांश पूर्वापरवृत्तस्थ असतां (प्राइम व्हर्टिकलमध्यें) मापावे. नंतर

$$\text{भुजज्या अक्षांश} = \frac{\text{भु. क्रांति}}{\text{को. भु. नतांश}}$$

या सारणीवरून अक्षांश येतील.

---

(२२) दोन स्थलांमधील रेखांतर काढणें झाल्यास, एखाद्या चंद्रग्रहणाचा स्पर्शकाल किंवा मोक्षकाल दोन्हीं स्थळीं पहावा आणि त्या दोन्हीं स्थळांच्या कालांचें अंतर करावें ह्मणजे रेखांतर येईल.

ग्रिन्वीचपासून रेखांतर काढणें झाल्यास नाटिकल अल्मानाकमध्यें चंद्रग्रहणाचा व गुरूच्या उपग्रहांच्या ग्रहणांचा काल दिला असतो, तो काल व इष्टस्थळीं ग्रहण केव्हां लागलें तो काल यांचें अंतर केलें ह्मणजे ग्रिन्वीचपासून रेखांतर येईल.

ज्या दोन स्थळांमधील रेखांतर काढणें आहे त्या दोन स्थळांस जर तारायंत्र आहे तर कोणत्याही क्षणीं त्या दोन स्थळीं किती वाजले आहेत हें समजेल आणि त्यापासून कालांतर केल्यानें त्या दोन स्थळांतील रेखांतर समजतें.

---

(२३) सूर्याचे विषुवांश आणि क्रांति दिली असतां त्यावरून भोग काढणें.

कोभु. भोग = कोभु. विषुवांश × कोभु. क्रांति.

(२४) सूर्याचे भोग व परमक्रांति दिली असतां त्यावरून इष्टक्रांति काढणें.

भु. इष्टक्रांति = भु. परमक्रांति × भु. भोग.

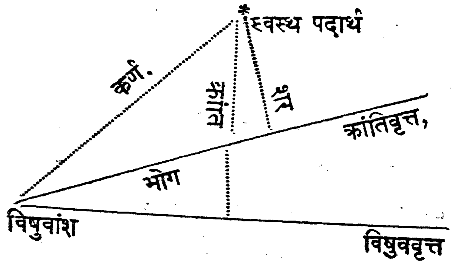
(२५) सूर्याचे विषुवांश व परमक्रांति यावरून इष्टक्रांति काढणें.

स्पर्शरे. इष्टक्रांति = भु. विषुवांश × स्प. रे. परमक्रांति.

(२६) सूर्याचे भोग आणि परमक्रांति यांवरून विषुवांश काढणें.

स्प. रे. विषुवांश = कोभु. परमक्रांति × स्प. रे. भोग.

(२७) ज्या खस्थ पदार्थास शर आहे अशा ग्रहादिकांचे भोग, विषुवांश इत्यादिक काढण्याकरितां उपयुक्त सारण्या स्पष्ट समजण्याकरितां आकृति काढून दाखवितों.



यांत + $w = \phi$ धरून

कोभु. कर्ण = कोभु. विषुवांश × कोभु. क्रांति......(१)

कोस्पर्शरे. = भु. विषुवांश × कोस्प. रे. क्रांति.... (२)

$$\text{भु. शर} = \frac{\text{भु.} (\phi - w)\ \text{भु. क्रांति}}{\text{भु.}\ \phi} \quad \text{............(३)}$$

$$\text{स्प. रे. भोग} = \frac{\text{कोभु.} \times \text{स्परे. विषुवांश}}{\text{कोभु.}\,\phi} \quad \ldots \quad \ldots (४)$$

$$\text{भु. क्रांति} = \frac{\text{भु. कर्ण} \times \text{भु.}\,\phi}{१} \quad \ldots \quad \ldots (५)$$

$$\text{स्प. रे. विषुवांश} = \text{स्प. रे. कर्ण} \times \text{कोभु.}\,\phi \quad \ldots (६)$$

$$\text{कोभु. कर्ण} = \text{कोभु. भोग} \times \text{कोभु. शर} \quad \ldots \quad \ldots (७)$$

$$\text{कोस्प. रे.} = \text{भु. भोग} \times \text{कोस्प. रे. शर} \quad \ldots \quad \ldots (८)$$

$$\text{भु. शर} = \text{भु. कर्ण} \times \text{भु.} \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots (९)$$

$$\text{स्प. रे. भोग} = \text{स्प. रे. कर्ण} \times \text{कोभु.} \quad \ldots \quad \ldots (१०)$$

(२८) सूर्याच्या वेधानें विषुववृत्त व क्रांतिवृत्त यांच्यामध्यें तिर्यक्त्व किती अंशांचें आहे तें काढणें.

समभूमीवर इष्ट त्रिज्येनें वर्तुळ काढावें आणि त्यामध्यें पूर्वापर व दक्षिणोत्तर रेषा काढाव्या व त्या वर्तुळाचे अंश, कला, विकला असे विभाग करावेत. नंतर वृत्तपरिधीला पूर्वापररेखा ज्या ठिकाणीं मिळेल त्या स्थलीं सूर्याचा उदय दिसला ह्मणजे सूर्य विषुववृत्तांत आहे असें स्पष्ट समजेल, नंतर दररोज सूर्योदयाची खूण, काढलेल्या वृत्तपरिधीवर करावी ह्मणजे प्रतिदिवसाची सूर्याची अग्रा (पूर्वबिंदूपासून उदयकालीं सूर्याचें अंतर क्षितिजावर मापलेलें) समजेल, असें प्रत्यहीं वेध केल्यानें सूर्याची परम अग्रा किती होतें हें समजेल. नंतर परम अग्रेपासून क्रांति काढतां येते ती अशीः—

$$\frac{\text{अग्राज्या}}{\text{क्रांतिज्या}} = \frac{\text{अक्षकर्ण}}{१२}$$

$$\therefore \text{परम क्रांतिज्या} = \frac{१२ \times \text{परमअग्राज्या}}{\text{अक्षकर्ण}}$$

येथें अक्षकर्ण याचा अर्थ असा समजावा कीं, संपातीं सूर्य आला असतां त्या दिवशीं बारा वाजतां द्वादशांगुल शंकूची छाया पडते त्या छायेचें अग्र व शंकूचें अग्र यांना सांधणारी जी रेषा (छायाकर्ण) तीस अक्षकर्ण ह्मणतात व छायेस पलभा असें ह्मणतात. व पलभा ही अक्षांशाची स्पर्शरेषा होय. याप्रमाणें परम क्रांतिज्या समजल्यानें तितकेंच विषुववृत्त व क्रांतिवृत्त यांचें तिर्यक्त्व समजेल. वेधकर्ता निरक्षदेशस्थ असेल तर सूर्याची परम अग्रा जितकी वेधानें कळेल तितकेंच विषुववृत्त व क्रांतिवृत्त यांच्यामध्यें तिर्यक्त्व आहे असें समजावें.

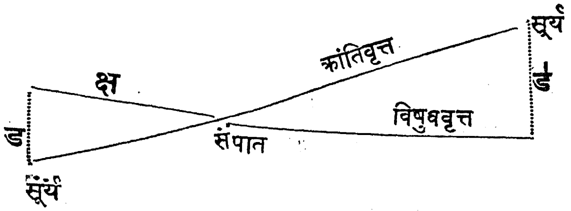
अथवा प्रत्यहीं याम्योत्तरवृत्तावर सूर्य आला असतां त्याचे नतांश मापावेत आणि परम नतांश किती होतात तें पहावें, नंतर नतांशांतून अक्षांश वजा केले ह्मणजे परमक्रांति समजेल व तीपासून विषुववृत्त व क्रांतिवृत्त यांच्यामध्यें तिर्यक्त्व किती आहे हें समजेल. या रीतींनीं आणिलेलें तिर्यक्त्व बरेंच सूक्ष्म असतें.

(२९) दोन स्वस्थ पदार्थांच्या विषुवांशामध्यें अंतर किती आहे हें वेधानें काढणें झाल्यास ते दोन्ही याम्योत्तरवृत्तावर आल्याबरोबर नाक्षत्र घड्याळामध्यें किती किती वाजले हें पहावें, नंतर त्या पाहिलेल्या कालांची वजाबाकी करावी ह्मणजे दोघांच्या विषुवांशांतील अंतर कळतें. आपल्यापाशीं नाक्षत्र घड्याळ नसल्यास आणि मध्यम घड्याळावरून कालांतर समजल्यास त्या कालांतराचा नाक्षत्रकाळ कलम ४ प्रमाणें करावा ह्मणजे दोघांच्या विषुवांशांतील अंतर समजेल.

(३०) संपाताचा निश्चय करणें म्हणजे एखाद्या ताऱ्याचे वेधानें विषुवांश निश्चित करणें.

हें काम करण्याकरितां प्रथमतः कलम २९ मध्यें सांगितल्याप्रमाणें ज्या ताऱ्याचे विषुवांश काढणें आहेत तो तारा व सूर्य यांच्या विषुवांशांमधील अंतर, पहिल्या दिवशीं याम्योत्तरावर दक्षिणगोलस्थ सूर्य आल्या वेळीं किती आहे हें काढावें; व त्याच वेळीं सूर्याची दक्षिणक्रांति किती हें काढावें. नंतर

दुसऱ्या दिवशीं याम्योत्तरावर उत्तरगोलस्थसूर्य आल्या वेळीं तोच तारा व सूर्य यांच्या विषुवांशामधील अंतर पूर्वीप्रमाणें काढावें व त्याच वेळची सूर्याची क्रांति किती आहे तें पहावें, नंतर यापासून ताऱ्याचे विषुवांश काढणें ते असेः—



पहिल्या दिवशीं याम्योत्तरावर सूर्य आला त्या वेळीं त्याची दक्षिण क्रांति ड, व तारा आणि सूर्य यांच्या विषुवांशांतील अंतर अ आहे असें समजलें. पुढें दुसऱ्या दिवशीं उत्तरक्रांति, ड̱, व विषुवांशांतर ब आहे असें समजलें ह्मणून ड + ड̱ हा एका दिवसांतील क्रांतीचा फरक झाला. व अ — ब हा विषुवांशांचा फरक झाला. व संपात आणि सूर्याची पहिली स्थिति यामध्यें विषुवांश क्ष आहेत असें धरा.

$$\therefore \frac{\text{क्ष}}{\text{अ} - \text{ब}} = \frac{\text{ड}}{\text{ड} + \underline{\text{ड}}}$$

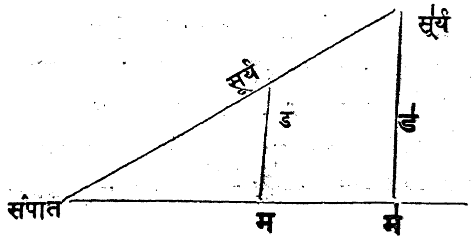
$$\therefore \text{क्ष} = \frac{(\text{अ} - \text{ब})\,\text{ड}}{\text{ड} + \underline{\text{ड}}} \quad \text{व}$$

ताऱ्याचे विषुवांश = अ — क्ष यांत क्षची किंमत ठेवून

$$\text{ताऱ्याचे विषुवांश} = \text{अ} - \frac{(\text{अ} - \text{ब})\,\text{ड}}{\text{ड} + \underline{\text{ड}}}$$

याप्रमाणें ताऱ्यापासून संपात कोठें आहे हें काढतां येतें.

(३१) संपाताची निश्चिती करण्याची दुसरी रीतिः—



या आकृतीमध्यें पहिल्या वेधाचे वेळीं सूर्याची क्रांति ड, व दुसऱ्या वेधाचे वेळीं क्रांति ड॑ दाखविली आहे. आणि म॒म॑ = अ हें मागील कलमामध्यें सांगितल्याप्रमाणें विषुवांशांतील फरक आहे असें समजा. आणि सं म = वि; सं म॑ वि + अ असें समजा.

आतां सं सू म हा त्रिकोण, व सं सू॑ म॑ हा त्रिकोण हे काटकोन त्रिकोण आहेत म्हणून

भु. वि = को स्प. w स्प. रे. ड व भु. (वि + अ) = को स्प. w स्प. रे. ड॑ या दोन समीकरणापासून

को स्प. वि = स्प. रे. ड॑ × को स्प. ड × को. छे. अ—को. स्प. अ.

यावरून सूर्याचे विषुवांश समजतील. नंतर ताऱ्याचे विषुवांश समजल्यानें संपात ताऱ्यापासून किती दूर आहे हें समजेल. को स्प. w = भु. वि × को स्प. ड या सारणीवरून क्रांतिवृत्त व विषुववृत्त यांच्यामध्यें तिर्यक्त्व किती अंशाचें आहे हेंही समजेल.

(३२) याम्योत्तरवृत्तामध्यें फिरणाऱ्या यंत्रानें वेध करीत असतां, दक्षिणेकडील ताऱ्याचे व उत्तरेकडील ताऱ्याचे विषुवांशामध्यें जें अंतर असेल तितकेंच त्या दोन्ही ताऱ्यांच्या वेधाच्या वेळेमध्ये अंतर पडल्यास आपले वेध बरोबर आहेत असें समजावें. वेळेमध्यें फरक आल्यास त्या वेळेस तीन संस्कार करावे लागतात ते असेः—

१ डिव्हियेशन संस्कार, २ कालिमेशन संस्कार आणि ३ लेव्हलिंग संस्कार हे पुढील तीन कलमांमध्यें दिले आहेत.

(३३) यंत्र बरोबर याम्योत्तरवृत्तांत फिरावें. तसें फिरत नसल्यास त्यापासून येणाऱ्या चुकीबद्दल वेळेस जो संस्कार करावा लागतो त्यास डिव्हियेशन संस्कार ह्मणतात. यंत्र उत्तरबिंदूच्या एक कला पूर्वेस आहे तर, खस्वस्तिकाच्या उत्तरेकडील सर्व तारे खऱ्या वेळेच्या अगोदर दुर्बिणीच्या मध्यतारेवर येतील आणि खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेकडील सर्व तारे खऱ्या वेळेच्या

नंतर दुर्बिणीच्या मध्यतारेवर येतील. आणि जर यंत्र उत्तर-बिंदूच्या एक कला पश्चिमेस आहे तर वर लिहिलेल्याच्या उलट येतील.

s

डिक्लिनेशनची चूकबद्दल संस्कार = ४ × भुजज्या नतांश × छे.

२. क्रांति.

दक्षिण क्रांति.	यंत्रांत पाहिलेल्या वेळेस संस्कार.	डिक्लिनेशन संस्कार.	उत्तर क्रांति.	यंत्रांत पाहिलेल्या वेळेस संस्कार.
	s			s
०	− १·३		०	− १·३
१०	− १·९		१०	− ०·६
२०	− २·७		२०	+ ०·१
३०	− ३·५		३०	+ ०·९
४०	− ४·४		४०	+ १·९
५०	− ५·८		५०	+ ३·२
६०	− ७·९		६०	+ ५·३
७०	− ११·७		७०	+ ९·२
			८०	+ २०·२
			९०	∞
			८०	− २२·८
			७०	− ११·७

(३४) कालिमेशन संस्कार ह्मणजे दुर्बीणीमधील उभी

मधली तार दुर्भिणीच्या बरोबर मध्यभागीं नसल्यास त्यामुळें येणाऱ्या चुकीबद्दल जो संस्कार तो.

चूक जर १ कलेची असली तर कालांत फरक.

दक्षिण क्रांति.	चुकीचे सेकंद.	कालिमेशन संस्कार.	उत्तर क्रांति.	चुकीचे सेकंद.
	s			s
०	४·०	कालिमेशन संस्कार काल = ४ˢ × छे. रे. क्रांति.	०	४·०
१०	४·१		१०	४·१
२०	४·३		२०	४·३
३०	४·६		३०	४·६
४०	५·२		४०	५·२
५०	६·२		५०	६·२
६०	८·०		६०	८·०
७०	११·७		७०	११·७
			८०	२३·२
			९०	∞

(३५) लेव्हलिंग संस्कार ह्मणजे दुर्भिणीचा आडवा आंस बरोबर क्षितिजाशीं समांतर नसल्यास त्यापासून येणाऱ्या चुकीबद्दल जो संस्कार तो. यंत्राच्या आंसाचा कल १ कला पूर्वेकडे खालीं असला तर, सर्व तारागण मध्यान्ही येण्याच्या वेळेचे अगोदर येतील.

लेव्हालिंग संस्कार = ४^{s} × कोभु. नतांश × छे. रे. क्रांति.

दक्षिण क्रांति.	यंत्रांतील वेळेस संस्कार.	उत्तर क्रांति.	यंत्रांतील वेळेस संस्कार.
	s		s
०	३·८	०	३·८
१०	३·६	१०	४·०
२०	३·३	२०	४·३
३०	३·१	३०	४·५
४०	२·७	४०	४·९
५०	२·३	५०	५·३
६०	१·६	६०	६·०
७०	०·३	७०	७·३
		८०	११·०
		९०	∞
		८०	३·४
		७०	०·३

(३६) खस्थ पदार्थांचे किरण वातावरणांतून पृथ्वीवर येतांना त्यांचें वक्रीभवन होऊन, ते आपल्या खऱ्या स्थानाचे वर दिसतात त्यामुळें जो संस्कार करावा लागतो त्यास किरण वक्रीभवन संस्कार ह्मणतात.

नतांश.	वक्रीभवन संस्कार.	नतांश.	वक्रीभवन संस्कार.
०	०·०	८३	७·०
१०	०·२	८४	८·०
२०	०·३	८५	९·३
३०	०·५	८६	११·१
४०	०·८	८७	१३·६
५०	१·१	८८	१७·२
६०	१·७	८९	२२·७
७०	२·५	९०	३२·०
८०	५·०		
८१	५·७		
८२	६·२		

(३७) ध्रुवाच्या वेधानें भूपरिधि काढणें. कोणत्याही एका याम्योत्तरावरील स्थळीं खऱ्या ध्रुवाचे उन्नतांश (अक्षांश) कलम २१ मध्यें सांगितल्याप्रमाणें मोजावे. नंतर त्याच याम्योत्तरावर उत्तरेस कांहीं योजनें (चार कोश = एक योजन) जाऊन त्या स्थळीं पुनः खऱ्या ध्रुवाचे उन्नतांश मोजावे. पुढें पूर्व स्थळीं मोजलेले उन्नतांश व दुसऱ्या स्थळीं मोजलेले उन्नतांश यांचें

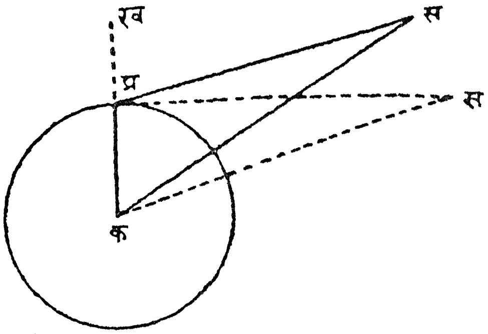
अंतर करावें. आणि पूर्व स्थळापासून दुसऱ्या स्थळापर्यंत किती योजनाचें अंतर आहे हेंही मोजावें. नंतर आलेल्या योजनात्मक अंतरानें ३६० या संख्येस गुणावें आणि आलेल्या गुणाकारास, दोन स्थळीं मापलेल्या उन्नतांशांच्या अंतरानें भागावें. ह्मणजे भागाकार जो येईल तो योजनात्मक भूपरिधि होईल.

इंग्रज लोकांनीं भूपरिधि २४८०० मैल निश्चित केला आहे. प्राचीन भास्कराचार्यादिकांचे मतानें भूपरिधि ४९६७ योजनें आहे. या दोहोंमध्यें दुपटीचा फरक आहे. एवढा दुपटीचा फरक पडण्याचें कारण असें दिसतें कीं, प्राचीन लोक ध्रुवतारा (पोलस्टार किंवा पोलारीज) स्थिर आहे व तो पृथ्वीचा अक्ष वाढविला असतां आकाशांत ज्या ठिकाणीं मिळतो त्या स्थळीं आहे असें मानितात, परंतु तो त्या ठिकाणीं वास्तविक नाहीं. त्याचें खऱ्या ध्रुवाभोंवतीं दैनंदिनगतीमुळें अहोरात्रवृत्त निघतें हें सूक्ष्म वेधानें स्पष्ट समजतें. करितां प्राचीन लोकांनीं खऱ्या ध्रुवाचे उन्नतांश भूपरिधि काढण्याकरितां न घेतल्यामुळें एवढा दुपटीचा फरक आला असावा. कित्येकलोक हा मेळ घालण्याकरितां ५ मैलांचें योजन प्राचीन लोकांनींधरलें असावें अशी कल्पना करतील, परंतु त्यांनींच भास्कराचार्यकृत लीलावतींतील कोष्टकें पाहिलीं असतां स्पष्ट कळेल कीं, प्राचीनमतीं १० मैलांचेंच योजन धरिलें आहे व प्राचीन कोणत्याही ग्रंथामध्यें ५ मैलांचें योजन धरलेलें कोठें आढळत नाहीं.

दोन्हीं मतीं पृथ्वीचा परिधी काढण्याची रीति मात्र एकच आहे हें त्यांचे ग्रंथ पाहिले असतां स्पष्ट समजतें.

(३८) कोणत्याही खस्थपदार्थाचें लंबन (पॅरलाक्स) काढणें.

पृथ्वीच्या मध्यापासून खस्थपदार्थापर्यंत एक रेषा काढावी आणि पृथ्वीच्या पृष्ठावर प्रेक्षक (ऑब्झर्व्हर) ज्या ठिकाणीं असेल तेथून त्याच खस्थपदार्थापर्यंत एक सरळ रेषा काढावी. त्या काढलेल्यया दोन सरळ रेषांमध्यें झालेला जो कोन त्यास लंबन असें ह्मणतात.



या आकृतीमध्यें क हा पृथ्वीचा मध्य, प्र हा पृथ्वीच्या पृष्ठावर बसलेला प्रेक्षक, ख हा आकाशमध्य. आणि स हा खस्थपदार्थ आहे असें समजा.

आतां वर दिलेल्या व्याख्येप्रमाणें प्र स क हें लंबन झालें.

$$\therefore \frac{\text{भुजज्या प्र स क}}{\text{भुजज्या क प्र स}} = \frac{\text{प्र क}}{\text{क स}}$$

येथें < प्र स क = प; प्र क = पृथ्वीची त्रिज्या = र; क स = पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर = र'; आणि

< क प्र स = १८० − नतांश = १८० − न

याप्रमाणें संज्ञा देऊन

$$\frac{\text{भु. प}}{\text{भु}(\text{१८०} - \text{न})} = \frac{\text{र}}{\text{र}'}$$

$$\therefore \text{भु. प} = \frac{\text{र}}{\text{र}'} \times \text{भु. न}$$

$$\therefore \text{भुजज्यालंबन} = \frac{\text{पृथ्वीची त्रिज्या}}{\text{खस्थाचें अंतर}} \times \text{भु. नतांश.}$$

(३९) खस्थपदार्थ क्षितिजावर असतां जें लंबन असतें त्यास परमलंबन किंवा क्षितिजस्थलंबन (हॉरिझॉंट्ल् पॅरलाक्स) असें ह्मणतात.

क्षितिजावर खस्थपदार्थ असला ह्मणजे त्याचे नतांश ९०° अंश असतात; करितां कलम ३८ मध्यें सिद्ध केलेल्या सारणीमध्यें नतांशाची किंमत ९०° ठेविल्यानें ९०° ची भुजज्या १ झाली.

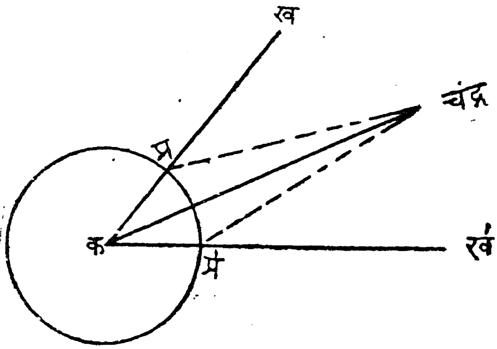
∴ परमलंबन = पं धरून

$$\text{भुजज्या पं} = \frac{\text{र}}{\text{रं}}$$

$$\therefore \text{भुजज्या परमलंबन} = \frac{\text{पृथ्वीची त्रिज्या}}{\text{खस्थाचें अंतर}}$$

यावरून सहज दिसतें कीं, खस्थाचें परमलंबन समजलें असतां त्याचें अंतर निघेल.

(४०) पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर काढणें.



या आकृतीमध्यें प्र प्रं ह्या दोन वेधशाळा आहेत व त्या एकाच याम्योत्तरावर असून त्यांतील एक विषुववृत्ताचे दक्षिणेस व दुसरी विषुववृत्ताचे उत्तरेस आहे असें समजा; क हा पृथ्वीचा मध्य; च हा चंद्र; ख खं हे दोन्ही दोन्ही वेधशाळेंतील प्रेक्षकाचे खमध्य आहेत असें समजा. आणि पृथ्वीची त्रिज्या = र क च हें पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर = रं; < ख प्र चं हें चंद्राचे नतांश = न; < खं प्रं च हे दुसऱ्या प्रेक्षकानें वेधलेले चंद्राच नतांश = नं; < ख क खं ही दोन वेधशाळेच्या अक्षांशांची बेरीज = अ + अं; < प्र चं क हें चंद्राचें लंबन = प; आणि < प्रं चं क हे दुसऱ्या स्थळीं चद्राचें लंबन = पं अशा संज्ञा धरून,

लंबनाचा कोन लहान असल्यामुळें कोनाच्या भुजज्येबरोबर त्याच कोनाचें सर्क्युलर मेझर असतें.

$$\therefore \text{प} = \frac{\text{र}}{\text{र}'} \times \text{भु. न} \quad (\text{क. ३९ प्रमाणें})$$

$$\text{प}' = \frac{\text{र}}{\text{र}'}\,\text{भु. न}'$$

$$\therefore \text{प} + \text{प}' = \frac{\text{र}}{\text{र}'}\,(\text{भु न} + \text{भु. न}') \ldots (१)$$

$$\text{आतां न} - \angle\,\underline{\text{ख}}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}} = \text{प}$$

$$\text{आणि न}' - \angle\,\underline{\text{ख}'}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}} = \text{प}'$$

$$\therefore \text{प} + \text{प}' = \text{न} + \text{न}' - (\angle\,\underline{\text{ख}}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}} + \angle\,\underline{\text{ख}'}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}})$$

$$\angle\,\underline{\text{ख}}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}} + \angle\,\underline{\text{ख}'}\,\underline{\text{क}}\,\underline{\text{च}} = \text{अ} + \text{अ}'$$

$$\therefore \text{प} + \text{प}' = \text{न} + \text{न}' - \text{अ} - \text{अ}'$$

ही किंमत (१) मध्यें ठेवून

$$\text{न} + \text{न}' - \text{अ} - \text{अ}' = \frac{\text{र}}{\text{र}'}\left(\text{भु. न} + \text{भु. न}'\right)$$

$$\therefore \text{र}' = \text{र} \times \frac{(\text{भु. न} + \text{भु. न}')}{\text{न} + \text{न}' - \text{अ} - \text{अ}'} \quad \ldots \quad (२)$$

$$\text{व}\ \frac{\text{र}}{\text{र}'} = \frac{\text{न} + \text{न}' - \text{अ} - \text{अ}'}{(\text{भु. न} + \text{भु. न}')}$$

$$\text{आणि कलम ३९ वरून}\ \frac{\text{र}}{\text{र}'} = \text{परमलंबन}$$

$$\therefore \text{परमलंबन} = \frac{\text{न} + \text{न}' - \text{अ} - \text{अ}'}{\text{भु. न} + \text{भु. न}'}$$

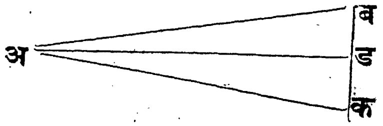
याप्रमाणें बहुत वेध घेऊन चंद्राचें परमलंबन ५७', ६'' ठरलें आहे.

याचें सर्क्युलर मेझर $\frac{५७'·६''}{२०६२६५''}$ हें आहे व पृथ्वीची त्रिज्या

३९६३ इतके मैल आहे. या किंमती $\frac{र}{र}$ = परमलंबन या समीकरणांत

ठेवून चंद्राचें अंतर = २३८५९६ मैल हें चंद्राचें अंतर पृथ्वीगोल धरून काढिलें आहे, परंतु वास्तविक पृथ्वीचा आकार गोल नाहीं. तिचा पूर्वापर व्यास ७९२५·६ मैल, व दक्षिणोत्तर व्यास ७८९९·२ मैल आहे, इत्यादि सूक्ष्म विचार गणितांत घेऊन चंद्राचें अंतर २३७६४० मैल आहे असें निश्चित झालें आहे.

(४१) चंद्रगोलाचा व्यास (डायामेटर) काढणें.



या आकृतीमध्यें अ हा पृथ्वीचा मध्य; ब क हा चंद्रगोलाचा व्यास आहे; प्रत्यक्ष वेधानें ∠ ब अ क ह्मणजे कलात्मक चंद्रबिंब ३१′,८″·८ आहे असें समजतें. व ∠ ब अ ड = θ

$$= \frac{३१',८''·८}{२}$$

∴ अब × भु θ = बड

θ हा लहान असल्यामुळें

$$\text{भु } \theta = \frac{\theta''}{२०६२६५}$$ सर्क्युलर मेझर.

$$\therefore \frac{\text{बड}}{\text{अब}} = \frac{\theta''}{२०६२६५}$$

$$\therefore \frac{\text{२ बड}}{\text{अब}} = \frac{२\,\theta''}{२०६२६५''}$$

यांत अ ब हें पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर = २३७६४०

आणि २ θ = ३१,८'८ ह्या किंमती ठेवून

$$२\ ब\ ड = \frac{२३७६४० \times १८६८\text{'}८}{२०६२६५}$$

∴ चंद्रगोळाचा व्यास = २१५३ मैल.

(४२) पृथ्वीपासून सूर्याचें अंतर काढणें. कलम ४० मध्यें चंद्राचें अंतर काढण्याची रीति दिली आहे. त्याचप्रमाणें सूर्यादि खस्थपदार्थांचीं अंतरें काढावींत.

सूर्याचें परमलंबन ८''५७१ आहे.

∴ यांचें सर्क्युलर मेझर $\frac{८''५७१}{२०६२६५''}$ झालें.

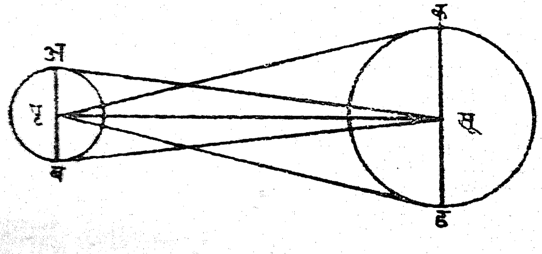
$$\frac{\text{पृथ्वीची त्रिज्या}}{\text{सूर्यांचें अंतर}} = \frac{८''५७१}{२०६२६५} \text{ (क. ३९ प्रमाणें)}$$

$$∴ \text{सूर्याचें अंतर} = \frac{३९६३ \times २०६२६५}{८\text{'}५७१}$$

सूर्याचें अंतर = ३९६३ × २४०६४.

∴ सूर्याचें अंतर पृथ्वीपासून = ९५३६५६३२ मैल.

(४३) सूर्यगोलाचा व्यास काढणें.



या आकृतीमध्यें पृ पृथ्वी; सू सूर्य; $\overline{अ\ ब}$ पृथ्वीचा व्यास; आणि $\overline{क\ ड}$ सूर्यगोलाचा व्यास आहे. ∠ अ सू ब प्रत्यक्ष वेधानें १७″.१४३ समजला आहे. कारण हा कोन सूर्याच्या परमलंबनाच्या दुप्पट आहे. आणि ∠ क पृ ड ३२′२″.३५ आहे.

$$\therefore \frac{\text{पृथ्वीचा व्यास}}{\text{सूर्याचा व्यास}} = \frac{१७''.१४३}{३२'२''.३५}$$

$$\therefore \text{सूर्याचा व्यास} = \frac{\text{पृ. व्या.} \times ३२'२''.३५}{१७''.१४३}$$

यांत पृथ्वीच्या व्यासाची किंमत ७९२६ मैल ठेवून,

सूर्याचा व्यास = ८८८७९१ मैल.

याप्रमाणें वेधप्रकरण समाप्त झालें.

कृतमेतत्सर्वं श्रीकृष्णार्पितमस्तु.

शुद्धग्रहसाधन.

ग्रहसाधन कोष्टकावरून मेषादीपासून अहर्गण इत्यादि साधनांचें उदाहरण—

शके १८११ आषाढी १५ शुक्रे गततिथी १०४ झाल्या.

पृष्ठ	क्षेपकः		अद्वप	तिथिशुद्धि	तिथिकेंद्र
(५)			१·१०·१०	१२·४५·१४	२४·५२·५०
पृष्ठ	१०००	−	५·४५·२३	२४·४९.३३	२३·३१·५२
(११)	८००	−	६· ०·१९	१·५१·३८·३	१८·४९·३०
	१०	−	५·३५·१५	२०·३८·५३·७	१५·३७·५२
	१	−	१-१५·३१	११·३·५३·४	७·९·४२
		७ नीं भागून	५·४६·३८ मेषसंक्रांत	३० नीं भागून ११·९·१२·४	२८ नीं भागून ६·१·४·६

तिथिशुद्धि ६० तून वजा केली असतां तिथिध्रुव होतो.

∴ तिथिध्रुव = ११·५०·४७·६

आतां तिथिकेंद्र + तिथिध्रुवाची घ. प. = तिथिस्प. कें.

∴ ति. स्प. कें. = ६·१·४६ + ५०·४७·६ = ६·५२·३३·६

आतां तिथिध्रुवाची घटका इतकीं पळें तिथिध्रुवांत वजा करावीत आणि जीं घ. प. येतील तीं अद्वपाचे वारांक एकीकडे ठेवून त्यांत मिळवावींत. म्हणजे तिथिभोग होतो.

∴ तिथिभोग = ४६·३८ + ४९·५७·६ = १·३६·३५·६

आतां गततिथि चैत्रादि–ध्रुवतिथि = तिथिकोष्टक.

∴ तिथिकोष्टक = १०४ − ११ = ९३

(पृष्ठ)	ति. को. ९३	−	९१·२०·५६
(१६)	तिथिभोग ...	+	१·३६·३५·६
	अहर्गण		...९२·५७·३१·६

आतां पृष्ठ १६ तील केंद्र स्पष्टकेंद्रास मिळविलें तर इष्ट केंद्र होतें.

∴ १५·५३·५३·६ इष्टकेंद्र = ६·५२·३३·६ + ९·१·२० पृष्ठ २० वरून पराख्यसंस्कार १०·६ हा ९२·५७·३१·६ यांतून वजा करून ९२·४७·२५·६ हा स्पष्ट अहर्गण झाला यांत मेष संक्रांतीचा वार मिळवून ७ नीं भागिलें म्हणजे वार ∴ वार शुक्रवार – व इष्टतिथीचीं घ. प. येतात.

तिथिशुद्धि जितकी असेल तितक्या दिवसांनीं चै. शु. १ पासून मेष-संक्रांत होते.

रवि साधन.

पृष्ठ	कोष्टक	रवि	उच्च	सायन
४६	३	११·२०·४६·१	२·९·५२·४	क्षेपक.
		०·१६·१५·४	०·१७·११·९	१०००
		०·१३·०·३	०·१३·४५·५	८००
		०·०·९·८	०·०·१०·३	१०
		०·०·१·	०·०·१·	१
		०·२०·१२·६	३·१३·१·१	मेष संक्रांतीच्या वेळचे

पृष्ठ कोष्टक ५२ ६ } आम्हांस सूर्यादि प्रातःकालचे करावयाचे म्हणून मेषसंक्रांत घ. ४६ प. ३८ चें चालन कमी करूं.

०·२०·१२·६ – ४६·१ = ०।१९।२६ ५ हा मेषसंक्रांतीचे प्रातःकालचा रवि झाला.

यांत ९२ अहर्गणांचे (पृष्ठ ५०. कोष्टक ५ चालन) धन देऊन.

इष्ट प्रातःकालचा रवि = ३·२०·७·३

मध्य र. – उच्च = केंद्र.

र. ३·२०·७·३ – उ. ३·११·१·१ = ०·९·६·२ केंद्र.

(पृष्ठ ५३ को. ७) केंद्रावरून मंदफलसंस्कार – १७·९.

	रा. अं क
म. र.	३·२०·७·३
	क. वि.
मं. फ.	१७·५४
	३·१९·४९·४ स्पष्ट रवि.

यास उज्जनीच्या करण्याकरितां मुंबईपासून रेखांतर २९ प. संस्कार देऊन ३°१९'४८"५६‴ स्पष्ट रवि झाला.

भौम साधनाचें उदाहरण.

शके १८११ आषाढी १५ शुक्रे प्रातर्भौम साधन.

	मंगळ	मंदोच्च	क्षेपपात	
पृष्ठ कोष्टक २२१ १	१°२७'१२"२	४°०'२०"७	१°३'१६"८	क्षेपक.
	८°२१'३३"८	०°१८'३६"७	०°७'३५"५	—१०००
	४ १७·१५'०	०°१४'५३"४	०°६'४"४	—८००
	३°२४'१२"९	०°०'११"२	०°०'४"६	—१०
	६°११'२५"३	०°०'१"१	०°०'०"५	—१
	१°११'३९"२	५°४'३"१	१°१७'१"८	

हे मेषसंक्रांतीच्या वेळचे मध्यम झाले.

यांस मेषसंक्रांतीच्या प्रातःकालचे करण्याकरितां

घ. ४६ प. ३८ याचे ऋण चालन देऊन प्रातःकालचे भौमादि.

मंगळ	मंदोच्च	क्षेपपात
१°११'१४"९	५°४'३"१	१°१७'१"८

यांस इष्ट दिवसाच्या प्रातःकालचे करण्याकरितां अहर्गण ९२ चें चालन देऊन

मंगळमध्यम	मंदोच्च	क्षेपपात
२°२९'२७"८	५°४'३"१	१°१७'१"८

मंगळ − मंदोच्च = मंदकेंद्र = ९°२५'२४"७

यावरून पृष्ठ २३८ को. ५ पासून मंदफल संस्कार ९°१४'१ आला. हा धन आहे.

∴ मंदफल संस्कृत भौम = ३°८'४१"९

आतां पृ. २४० को. ७ वरून मंग. − क्षेपपात = १°२१'२३

ह्या उपकरणानें संस्कार ९' आला तो ऋण आहे.

∴ रवि मध्यस्थमंगळ = ३°८'४१

आतां मंदकेंद्रावरून पृ. २३९ को. ६ नें मंदकर्ण १·५९४८ आला.

त्या मंदकर्णास संस्कार ०००४ ऋण पृ. २४० को. ७ वरून १·५९४४ यास दुसरा संस्कार पृ. २४२ को. ९ उपकरण मंदकेंद्रावरून ०००९ धन आला.

∴ स्पष्ट मंदकर्ण = १·५९५३

आतां भूमध्यस्थ करणें.

र. म. स्प. मंगळ − स्पष्टरवि = शीघ्रकेंद्र = ११·१८·४६·७

∴ शीघ्रफल = ४°·१७′·६ धन.

∴ भूमध्यस्थ स्प. मं. = ३·१२·५८·६

चंद्र साधन.

शके १८११ आषाढ शु० १५ शुक्रे प्रातःकालचा चंद्र करणें.

पृ. ८७ को. ३)	चंद्र.	चंद्रमध्य. केंद्र.	चक्रशुद्ध राहु.
क्षेपक	४·२५·४२·४	१०·१९·५८·८	४·२४·२४·९.
१०००	१०·१४·९·९	१०·२ ३७·२	८ २२·२४·८
८००	१·५·१९·९	८·२·५·८	११·२३·५५·८
१०	८·७·५६·५	६·२१·१·६	१·१३ २५·४
१	४·१२·४७·६	३·२·६·२	०·१९ २०·५
१८११	५·५·५६·३	२·२७·४९·६	८·१३·३१

हे मेषसंक्रांतीच्या वेळेचे झाले.

आतां कालांतरानें पडणारा भेद कोष्टक ४ पत्र ८९ यावरून.

+ ०′·६	+ २′·३	
५·५·५६·९	२·१७·५१·९	८·१३·३१·४

हे कालांतर संस्कृत मेषसंक्रांतीच्या वेळचे ग्रह झाले.

आतां यांस इष्ट दिवशींच्या प्रातःकालचे करण्याकरितां अहर्गण ९२ इतक्या दिवसाचें चालन कोष्टक ५ पृष्ठ ९४ वरून धन देऊन त्यांस प्रातःकालचे करण्याकरितां संक्रांती घ. ४६।३८ चे चालन ऋण देऊन इष्ट-दिवसाचे प्रातःकालचे झाले ते खाली लिहिल्याप्रमाणें:—

चंद्र.	चंद्र. म. केंद्र.	चक्रशुद्ध राहु.
९·७.५६·१५	६.९·४१·४	८·१८·२१·३

यांस प्रथम संस्कार कोष्टक ७ पृष्ठ १०५ यावरून आलेले देऊन चंद्रास व चंद्रमध्यमकेंद्रास देऊन प्रथम संस्कृत चंद्र ९·७·५७·८५ व चं. म. कें. ६·९·४३·१.

आतां दुसऱ्या संस्काराच्या कोष्टकाकरितां उपकरण. २ (चं.− सू)−चं.म. कें. २ (९°७°५७°८५−३१°१९°४८°९) − ६°९°४३°१ = ४°२७°३४°९.

या उपकरणावरून कोष्टक ८ पत्र १०६ वरून आलेला संस्कार चंद्रास व चं. म. कें. व या चा.

चं.	केंद्र.
९°७°५७°८५	६°९°४३°१
−४२°८	−४२°८
९°७°१५°०५	६ ९°०°३

आतां चंद्रमध्यम केंद्रास व चक्रशुद्ध राहूस कोष्टक ९ व १० यांवरून संस्कार अनुक्रमें देऊन आलेले चंद्रमध्यम केंद्र ६°९°३°७ व चक्र शु० रा० ८°१८°१९°९ आतां

चंद्राचे संस्कृत चंद्रमध्यम केंद्रावरून तिसरा चंद्रास संस्कार देऊन कोष्टक ११ पृष्ठ १०९ वरून तृतीय संस्कारयुक्त चंद्र ९°८°१८°९५.

या चंद्राच्या आधारानें कोष्टक १२ पृष्ठ ११० वरून चतुर्थ संस्कार चंद्रास देऊन आलेला चतुर्थ संस्कारयुक्त चंद्र ९°८°१८°९५−१४°४=

रा ।
९°८ ४°५५.

या चंद्रांत चक्रशुद्ध राहु मिळवून त्याच्या आधारानें कोष्टक १३ वरून पंचम संस्कार आणावयाचा चंद्र ९°८°४°५५ + ९ = ९°८°५°४५.

हा मुंबईचा स्पष्ट चंद्र झाला. यास उज्जनीचे रेखांतर पळें २९ ची गति उज्जनी पूर्वेस असल्यानें वजा देऊन आलेला चंद्र ९°७°५९°१५ हा स्पष्ट झाला. या पद्धतीनें बाकीचे ग्रह साधितां येतील.